

SEBASTIÃO PIRES DE MORAES NETO

CRESCIMENTO DAS MUDAS DE TRÊS ESPÉCIES FLORESTAIS EM FUNÇÃO
DA IDADE E DA LUMINOSIDADE

Dissertação submetida à consideração da
Comissão Examinadora como requisito parcial à
obtenção do Título de "Mestre em Ciências -
M.Sc.", no Curso de Pós-Graduação em
Engenharia Florestal do Setor de Ciências
Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

CURITIBA
1992

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

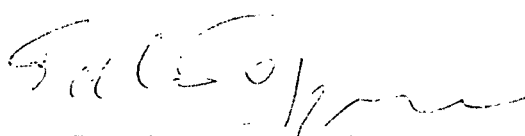
P A R E C E R

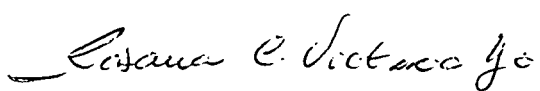
Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado apresentada pelo candidato **SEBASTIÃO PIRES DE MORAES NETO** Sob o título "**CRESCIMENTO DAS MUDAS DE TRÊS ESPÉCIES FLORESTAIS EM FUNÇÃO DA IDADE E DA LUMINOSIDADE**" para obtenção do grau de Mestre em Ciências Florestais Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. Área de concentração em **SILVICULTURA**, após haver analisado o referido trabalho e arguido o candidato, são de parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Dissertação completando assim os requisitos necessários para receber o grau e o Diploma de Mestre em Ciências Florestais.


Observação:

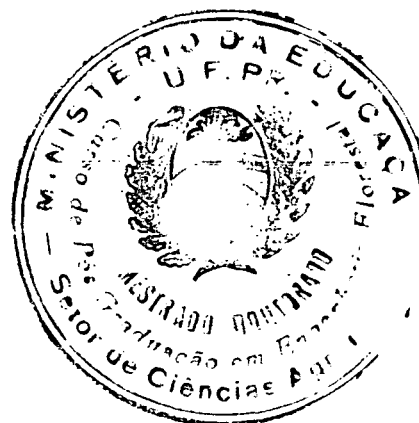
O critério de aprovação da Dissertação e Defesa da mesma a partir de novembro de 1980 é apenas, **APROVADA** ou **NÃO APROVADA**.

Curitiba, 14 de agosto de 1992


Prof. Dr. Fabio Poggiani
Primeiro Examinador


Pesq. Dra. Rosana Vitoria Higa
Segunda Examinadora


Prof. Dr. Mario Takao Inoue
Presidente da Banca



AGRADECIMENTOS

O autor expressa seus agradecimentos:

Aos pais Deovaldo e Theresinha e irmãos Déo, Jorge, Ana Luisa e Marta pelo constante incentivo e apoio na realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Mario Takao Inoue, pela efetiva orientação na realização deste trabalho.

Ao Professor Dr. Fabio Poggiani pelas valiosas sugestões e co-orientação.

Aos colegas Adriana Sachs Cera, Mariza C. Drusina (FUPEF), Marco A. Diodato (Pós-graduação-UFPR), Antonio A. Tomacheski (EMBRAPA), Clarice G.B. Demétrio e Maria Izalina F. Alves (ESALQ), Eliezer da Silva e guarda João que colaboraram nas diferentes fases deste estudo.

Aos professores José G. A. Carneiro, Willian T. Wendling e Ronaldo Viana Soares pela ajuda prestada.

Aos Coordenadores do Curso de Pós-Graduação, Professores José H. Pedrosa Macedo, Roberto T. Hosokawa e Rudi Arno Seitz pela confiança depositada.

À Maria de Lourdes S. Wos e Reinaldo Mendes de Souza, da Secretaria do Curso de Pós-Graduação pela atenção e contribuição prestadas.

Aos bibliotecários do Setor de Ciências Agrárias da UFPR, da Biblioteca Central e setorial (IPEF) do Campus da USP em Piracicaba.

À Coordenação do Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo.

A todos aqueles que de alguma maneira contribuíram para a obtenção do grau de mestre.

BIOGRAFIA DO AUTOR

SEBASTIÃO PIRES DE MORAES NETO, filho de Deovaldo de Moraes e Theresinha Antonio de Moraes, nasceu em Piracicaba, São Paulo, a 24 de junho de 1959, às 5 horas da manhã.

Concluiu o curso primário, ginásial e colegial no Instituto de Educação Estadual "Sud Mennucci" em Piracicaba, SP.

Iniciou, em 1979, o curso de Engenharia Florestal da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", graduando-se em agosto de 1983.

Em fevereiro de 1985 estagiou no Centro Nacional de Pesquisas de Florestas (CNPQ) - Embrapa - Colombo - PR, na área de Fisiologia Vegetal até fevereiro de 1986.

Em março de 1986 iniciou o Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, a nível de mestrado na Área de Concentração de Silvicultura, na Universidade Federal do Paraná, concluindo os créditos em 1988.

S U M Á R I O

	LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	vii
	LISTA DE TABELAS.....	ix
	RESUMO.....	xii
1	INTRODUÇÃO.....	1
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	3
2.1	EFEITO DA LUZ SOBRE CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS, ANATÔMICAS E FISIOLÓGICAS DA PLANTA.....	3
2.2	CLASSIFICAÇÃO DA TOLERÂNCIA E FASE DE SUCESSÃO DAS ESPÉCIES.....	8
2.3	INFORMAÇÕES ECOLÓGICAS DAS ESPÉCIES ESTUDADAS.....	9
2.2.1	<i>Peltophorum dubium</i> (Sprengel) Taubert -"canafístula".....	9
2.2.2	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake -"guapuruvu".....	10
2.2.3	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Witt -"leucena".....	11
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	13
3.1	PROCEDÊNCIAS DAS SEMENTES.....	13
3.2	ARMAZENAMENTO E QUEBRA DA DORMÊNCIA.....	13
3.3	CULTIVO DAS MUDAS.....	14
3.3.1	Substrato.....	15
3.3.2	Campânulas de sombreamento.....	15
3.4	TRATAMENTOS.....	15
3.5	DETERMINAÇÃO DAS GRANDEZAS DE RELAÇÃO.....	15
3.6	DELINEAMENTO ESTATÍSTICO.....	16
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
4.1	PESO DA BIOMASSA SECA TOTAL (BT).....	17
4.1.1	<i>Peltophorum dubium</i>	17
4.1.2	<i>Schizolobium parahyba</i>	17
4.1.3	<i>Leucaena leucocephala</i>	20

4.2	RELAÇÃO ENTRE O PESO DA BIOMASSA SECA DA RAIZ E O PESO DA BIOMASSA SECA DA PARTE AÉREA(R/A).....	22
4.2.1	<i>Peltophorum dubium</i>	22
4.2.2	<i>Schizolobium parahyba</i>	22
4.2.3	<i>Leucaena leucocephala</i>	23
4.3	CRESCIMENTO EM ALTURA.....	25
4.3.1	<i>Peltophorum dubium</i>	25
4.3.2	<i>Schizolobium parahyba</i>	25
4.3.3	<i>Leucaena leucocephala</i>	25
4.4	CRESCIMENTO EM DIÂMETRO.....	29
4.4.1	<i>Peltophorum dubium</i>	29
4.4.2	<i>Schizolobium parahyba</i>	30
4.4.3	<i>Leucaena leucocephala</i>	30
4.5	PESO DA BIOMASSA SECA DAS FOLHAS, CAULE E RAIZ.....	34
4.5.1	<i>Peltophorum dubium</i>	34
4.5.2	<i>Schizolobium parahyba</i>	34
4.5.3	<i>Leucaena leucocephala</i>	36
4.6	RAZÃO ENTRE OS PESOS DA BIOMASSA SECA DAS FOLHAS (RF), CAULE (RC) E RAIZ (RR) E O PESO DA BIOMASSA SECA TOTAL.....	37
4.6.1	<i>Peltophorum dubium</i>	37
4.6.2	<i>Schizolobium parahyba</i>	39
4.6.3	<i>Leucaena leucocephala</i>	43
5	CONCLUSÕES	49
	SUMMARY	51
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA

4.1	EVOLUÇÃO DO PESO DA BIOMASSA SECA TOTAL DE <i>Peltophorum dubium</i> EM FUNÇÃO DA INTENSIDADE LUMINOSA E ÉPOCA DE AMOSTRAGEM.....	18
4.2	EVOLUÇÃO DO PESO DE BIOMASSA SECA TOTAL DE <i>Schizolobium parahyba</i> EM FUNÇÃO DA INTENSIDADE LUMINOSA E ÉPOCA DE AMOSTRAGEM.....	19
4.3	EVOLUÇÃO DO PESO DE BIOMASSA SECA TOTAL DE <i>Leucaena leucocephala</i> EM FUNÇÃO DA INTENSIDADE LUMINOSA E ÉPOCA DE AMOSTRAGEM.....	21
4.4	CRESCIMENTO EM ALTURA DE <i>Peltophorum dubium</i> EM FUNÇÃO DA INTENSIDADE LUMINOSA E ÉPOCA DE AMOSTRAGEM.....	26
4.5	CRESCIMENTO EM ALTURA DE <i>Schizolobium parahyba</i> EM FUNÇÃO DA INTENSIDADE LUMINOSA E ÉPOCA DE AMOSTRAGEM.....	27
4.6	CRESCIMENTO EM ALTURA DE <i>Leucaena leucocephala</i> EM FUNÇÃO DA INTENSIDADE LUMINOSA E ÉPOCA DE AMOSTRAGEM.....	28
4.7	CRESCIMENTO EM DIÂMETRO DE <i>Peltophorum dubium</i> EM FUNÇÃO DA INTENSIDADE LUMINOSA E ÉPOCA DE AMOSTRAGEM.....	31
4.8	CRESCIMENTO EM DIÂMETRO DE <i>Schizolobium parahyba</i> EM FUNÇÃO DA INTENSIDADE LUMINOSA E ÉPOCA DE AMOSTRAGEM.....	32
4.9	CRESCIMENTO EM DIÂMETRO DE <i>Leucaena leucocephala</i> EM FUNÇÃO DA INTENSIDADE LUMINOSA E ÉPOCA DE AMOSTRAGEM.....	33

FIGURA

4.10	RAZÃO ENTRE OS PESOS DA BIOMASSA SECA DAS FOLHAS (RF), CAULE (RC) E RAIZ (RR) E O PESO DA BIOMASSA SECA DE <i>Peltophorum dubium</i> EM FUNÇÃO DA INTENSIDADE LUMINOSA E ÉPOCA DE AMOSTRAGEM.....	40
4.11	RAZÃO ENTRE OS PESOS DA BIOMASSA SECA DAS FOLHAS (RF), CAULE (RC) E RAIZ (RR) E O PESO DA BIOMASSA SECA DE <i>Schizolobium parahyba</i> EM FUNÇÃO DA INTENSIDADE LUMINOSA E ÉPOCA DE AMOSTRAGEM.....	42
4.12	RAZÃO ENTRE OS PESOS DA BIOMASSA SECA DAS FOLHAS (RF), CAULE (RC) E RAIZ (RR) E O PESO DA BIOMASSA SECA DE <i>Leucaena leucocephala</i> EM FUNÇÃO DA INTENSIDADE LUMINOSA E ÉPOCA DE AMOSTRAGEM.....	45

LISTA DE TABELAS

TABELA

3.1	PROCEDÊNCIAS DAS SEMENTES	13
3.2	CRONOGRAMA DE ATIVIDADES NO VIVEIRO.....	14
4.1	VALORES MÉDIOS DO PESO DA BIOMASSA SECA TOTAL (BT) DE <i>Peltophorum dubium</i> EM FUNÇÃO DA INTENSI- DADE LUMINOSA E ÉPOCA DE AMOSTRAGEM.....	18
4.2	VALORES MÉDIOS DO PESO DA BIOMASSA SECA TOTAL (BT) DE <i>Schizolobium parahyba</i> EM FUNÇÃO DA INTEN- SIDADE LUMINOSA E ÉPOCA DE AMOSTRAGEM.....	19
4.3	VALORES MÉDIOS DO PESO DA BIOMASSA SECA TOTAL (BT) DE <i>Leucaena leucocephala</i> EM FUNÇÃO DA INTEN- SIDADE LUMINOSA E ÉPOCA DE AMOSTRAGEM.....	21
4.4	VALORES MÉDIOS DA RELAÇÃO ENTRE O PESO DA BIOMASSA SECA DA RAIZ E O PESO DA BIOMASSA SECA DA PARTE AÉREA (R/A) DE <i>Peltophorum dubium</i> EM FUNÇÃO DA INTENSIDADE LUMINOSA E ÉPOCA DE AMOSTRAGEM.....	22
4.5	VALORES MÉDIOS DA RELAÇÃO ENTRE O PESO DA BIOMASSA SECA DA RAIZ E O PESO DA BIOMASSA SECA DA PARTE AÉREA (R/A) DE <i>Schizolobium parahyba</i> EM FUNÇÃO DA INTENSIDADE LUMINOSA E ÉPOCA DE AMOSTRAGEM.....	23
4.6	VALORES MÉDIOS DA RELAÇÃO ENTRE O PESO DA BIOMASSA SECA DA RAIZ E O PESO DA BIOMASSA SECA DA PARTE AÉREA (R/A) DE <i>Leucaena leucocephala</i> EM FUNÇÃO DA INTENSIDADE LUMINOSA E ÉPOCA DE AMOSTRAGEM.....	23
4.7	VALORES MÉDIOS DA ALTURA DE <i>Peltophorum dubium</i> EM FUNÇÃO DA INTENSIDADE LUMINOSA E ÉPOCA DE AMOSTRAGEM.....	26
4.8	VALORES MÉDIOS DA ALTURA DE <i>Schizolobium parahyba</i> EM FUNÇÃO DA INTENSIDADE LUMI- NOSA E ÉPOCA DE AMOSTRAGEM.....	27

TABELA

4.9	VALORES MÉDIOS DA ALTURA DE <i>Leucaena leucocephala</i> EM FUNÇÃO DA INTENSIDADE LUMINOSA E ÉPOCA DE AMOSTRAGEM.....	28
4.10	VALORES MÉDIOS DO DIÂMETRO DE <i>Peltophorum dubium</i> EM FUNÇÃO DA INTENSIDADE LUMINOSA E ÉPOCA DE AMOSTRAGEM.....	31
4.11	VALORES MÉDIOS DO DIÂMETRO DE <i>Schizolobium parahyba</i> EM FUNÇÃO DA INTENSIDADE LUMINOSA E ÉPOCA DE AMOSTRAGEM.....	32
4.12	VALORES MÉDIOS DO DIÂMETRO DE <i>Leucaena leucocephala</i> EM FUNÇÃO DA INTENSIDADE LUMINOSA E ÉPOCA DE AMOSTRAGEM.....	33
4.13	VALORES MÉDIOS DO PESO DA BIOMASSA SECA DE PARTES DE <i>Peltophorum dubium</i> EM FUNÇÃO DA INTENSIDADE LUMINOSA E ÉPOCA DE AMOSTRAGEM.....	35
4.14	VALORES MÉDIOS DO PESO DA BIOMASSA SECA DE PARTES DE <i>Schizolobium parahyba</i> EM FUNÇÃO DA INTENSIDADE LUMINOSA E ÉPOCA DE AMOSTRAGEM.....	35
4.15	VALORES MÉDIOS DO PESO DA BIOMASSA SECA DE PARTES DE <i>Leucaena leucocephala</i> EM FUNÇÃO DA INTENSIDADE LUMINOSA E ÉPOCA DE AMOSTRAGEM.....	36
4.16	VALORES MÉDIOS DA RAZÃO ENTRE O PESO DA BIOMASSA SECA DAS FOLHAS (RF) E O PESO DA BIOMASSA SECA DE <i>Peltophorum dubium</i> EM FUNÇÃO DA INTENSIDADE LUMINOSA E ÉPOCA DE AMOSTRAGEM.....	38
4.17	VALORES MÉDIOS DA RAZÃO ENTRE O PESO DA BIOMASSA SECA DO CAULE (RC) E O PESO DA BIOMASSA SECA DE <i>Peltophorum dubium</i> EM FUNÇÃO DA INTENSIDADE LUMINOSA E ÉPOCA DE AMOSTRAGEM.....	38
4.18	VALORES MÉDIOS DA RAZÃO ENTRE O PESO DA BIOMASSA SECA DA RAIZ (RR) E O PESO DA BIOMASSA SECA DE <i>Peltophorum dubium</i> EM FUNÇÃO DA INTENSIDADE LUMINOSA E ÉPOCA DE AMOSTRAGEM.....	39

TABELA

4.19	VALORES MÉDIOS DA RAZÃO ENTRE O PESO DA BIOMASSA SECA DAS FOLHAS (RF) E O PESO DA BIOMASSA SECA DE <i>Schizolobium parahyba</i> EM FUNÇÃO DA INTENSIDADE LUMINOSA E ÉPOCA DE AMOSTRAGEM.....	39
4.20	VALORES MÉDIOS DA RAZÃO ENTRE O PESO DA BIOMASSA SECA DO CAULE (RC) E O PESO DA BIOMASSA SECA DE <i>Schizolobium parahyba</i> EM FUNÇÃO DA INTENSIDADE LUMINOSA E ÉPOCA DE AMOSTRAGEM.....	41
4.21	VALORES MÉDIOS DA RAZÃO ENTRE O PESO DA BIOMASSA SECA DA RAIZ (RR) E O PESO DA BIOMASSA SECA DE <i>Schizolobium parahyba</i> EM FUNÇÃO DA INTENSIDADE LUMINOSA E ÉPOCA DE AMOSTRAGEM.....	41
4.22	VALORES MÉDIOS DA RAZÃO ENTRE O PESO DA BIOMASSA SECA DAS FOLHAS (RF) E O PESO DA BIOMASSA SECA DE <i>Leucaena leucocephala</i> EM FUNÇÃO DA INTENSIDADE LUMINOSA E ÉPOCA DE AMOSTRAGEM.....	43
4.23	VALORES MÉDIOS DA RAZÃO ENTRE O PESO DA BIOMASSA SECA DO CAULE (RC) E O PESO DA BIOMASSA SECA DE <i>Leucaena leucocephala</i> EM FUNÇÃO DA INTENSIDADE LUMINOSA E ÉPOCA DE AMOSTRAGEM.....	44
4.24	VALORES MÉDIOS DA RAZÃO ENTRE O PESO DA BIOMASSA SECA DA RAIZ (RR) E O PESO DA BIOMASSA SECA DE <i>Leucaena leucocephala</i> EM FUNÇÃO DA INTENSIDADE LUMINOSA E ÉPOCA DE AMOSTRAGEM.....	44

RESUMO

O presente trabalho teve como finalidade avaliar a capacidade de adaptação de três espécies florestais na fase juvenil submetidas a níveis de luminosidade de 100% (plena luz), 70%, 40%, 20% e 7% durante a fase de viveiro. As espécies estudadas foram: *Peltophorum dubium* (Sprangel) Taubert - "canafístula" ; *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake - "guapuruvu" e *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit - "leucena". As mudas foram cultivadas em sacos plásticos aerificados de pigmentação preta e o substrato utilizado para as três espécies constituiu-se de três partes de terra vegetal peneirada para uma parte de areia. O delineamento estatístico foi em blocos ao acaso com três repetições. O experimento foi avaliado em três fases distintas, a saber: 8º semana, 12º semana e 18º semana de vida das mudas. Os parâmetros analisados foram: peso da biomassa seca total (BT), altura, diâmetro do colo, relação entre o peso da biomassa seca da raiz e o peso da biomassa seca da parte aérea (R/A), pesos da biomassa seca das folhas, caule e raiz, razão entre o peso da biomassa seca da folha e o peso da biomassa seca total (RF), razão entre o peso da biomassa seca do caule e o peso da biomassa seca total (RC) e razão entre o peso da biomassa seca da raiz e o peso da biomassa seca total (RR). Em relação a BT e pesos da biomassa seca do caule e raiz as três espécies apresentaram os maiores valores na 18º semana no nível de 100% de luz. As diversas luminosidades influenciaram um crescimento diferencial em altura para *L. leucocephala* e no peso da biomassa seca das folhas para *P. dubium* e *S. parahyba*. Os maiores valores de diâmetro do colo na 18º semana para as três espécies foram obtidas no nível de 100% de luz, sendo que para o diâmetro do colo em *S. parahyba* e *P. dubium*, os valores à plena luz não diferiram dos níveis de 70% e 40% de luz. Para as três espécies, na 18º semana, considerando a R/A, a RR e a RF, os menores valores da R/A e da RR foram obtidos no mais baixo nível de luz (7%), enquanto que neste mesmo nível de luz, foram encontrados os maiores valores da RF. As diversas luminosidades influenciaram a RC em *S. parahyba* e *P. dubium* na 18º semana. Concluiu-se que a regeneração das três espécies poderá ser conduzida à plena luz. Contudo as mesmas demonstraram índices satisfatórios de desenvolvimento até o nível de 40% de luz.

1. INTRODUÇÃO

Ultimamente têm se notado uma preocupação com as alterações sofridas pelo meio-ambiente devido as freqüentes intervenções, a maior parte das vezes não respeitosas, do ser humano. Contudo, existe uma demanda por produtos renováveis e não renováveis da "Mãe Terra". No caso das renováveis, mais especificamente das árvores, uma das alternativas para preencher o vazio deixado pelo extrativismo é seu replantio, e posteriormente como executá-lo. Sobre este ponto de vista existem carências de dados na maioria das espécies florestais cultivadas no Brasil.

Tendo-se em vista suprir em parte essa falha de conhecimento, o presente trabalho foi realizado com três espécies de comprovado valor econômico: *Peltophorum dubium* (Leguminosae) - "canafístula" -; *Schizolobium parahyba* (Leguminosae) - "guapuruvu" - e *Leucaena leucocephala* (Leguminosae) - "leucena" -.

P. dubium detêm boas características para utilização em arborização urbana e ornamentação como também para quebra-ventos, internada para o gado e para o seu plantio isolado, uma vez que apresenta vigoroso sistema radicial, sendo dificilmente derrubada pelo vento. É serrada em forma de táboas, vigas, caibros, ripas, assoalhos, tacos e parquets. É utilizada nas carrocerias de caminhões e carroças, móveis, dormentes, estacas, moirões, tornos, etc (MAIXNER & FERREIRA, 1976). Segundo o Instituto de Pesquisas tecnológicas (I.P.T.) a 15% de umidade, o *P. dubium* apresenta peso específico em torno de 0,80 g/cm³ (madeira pesada), resistência mecânica média; contratibilidade relativamente baixa e durabilidade natural moderada (REITZ et alii, 1978).

De acordo com RICHTER et alii (1974) *S. parahyba* é bastante utilizado na fabricação de caixas, principalmente para acondicionamento de uvas. Como usos habituais, citam-se formas de concreto, fabricação de tamancos, sarrafos, forros para construção civil, pranchetas, palitos, aeromodelos, brinquedos e canoas, de boa durabilidade em água salgada. No uso em taboados, em vigotes, a madeira de *S. parahyba* está se difundindo gradativamente. As indústrias que a utilizam para pasta mecânica, a consideram como de boa qualidade, coloração clara e com boa aceitação no mercado. No entanto, para a fabricação de papelão, há necessidade de consorciá-la com espécies de fibras mais longas, evitando assim, queda de resistência e comprometimento do produto final. Segundo o I.P.T., a 15% de umidade apresenta peso específico

em torno de $0,32 \text{ g/cm}^3$ (madeira leve) , têm baixos valores nas propriedades mecânicas e na retratibilidade.

L.leucocephala, além de seus múltiplos usos apresenta um rápido crescimento. Dependendo das condições, pode em 4 anos se obter até 150 toneladas de madeira por hectare (AGRAWAL et alii, 1985), e possui um peso específico de $0,55$ a $0,70 \text{ g/cm}^3$ (CURRAN Jr, 1976 , NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, 1977). Seu sistema radicular é agressivo, penetrando em certos tipos de rochas. Pode fixar nos seus nódulos de 500 a 550 quilos de nitrogênio atmosférico por hectare/ano e aumentar a fertilidade de terras inaproveitáveis. As folhas contêm de 27% à 34% de proteínas e são muito palatáveis. Esta árvore constitui-se em rica fonte de madeira serrada e lenha. Na queima, um quilo de sua madeira seca produz de 4.170 a 4.445 calorias. Da casca, folha e outras partes da árvore podem ser extraídas gomas e tintas. É Utilizada na recuperação de solos salinos e produção de excelente forragem verde para animais.

As diferenças entre espécies adaptadas ao sol ou à sombra não são claras em florestas tropicais. A germinação pode ocorrer em um ambiente e o desenvolvimento em outro, ou mesmo em uma série de ambientes contrastantes e que se alternam, antes de atingir o dossel (BAZZAZ & PICKETT ,1980). Por sua vez, em questões de classificação das espécies florestais em grupos ecológicos distintos de acordo com sua adaptação na dinâmica de regeneração de uma floresta, o ponto comum é a quantidade de luz (KAGEYAMA & CASTRO, 1989). Contudo, a adaptação das espécies à luminosidade ambiental é importante principalmente na fase juvenil por condicionar mudanças morfogênicas e fisiológicas na sua estrutura e função (WHATLEY & WHATLEY, 1982), delineando seu grau de sobrevivência.

Em contraste com a taxa fotossintética a distribuição de assimilados e a duração-intensidade da assimilação têm sido negligenciados nos estudos de produção de matéria (LEDIG,1969; KRAMER & KOZLOWSKI, 1979, KOZINA, 1986).

Objetivou-se com este trabalho avaliar a capacidade de adaptação de três essências florestais no estágio de muda a diferentes intensidades luminosas, através da análise de alguns parâmetros de crescimento. Os resultados poderão servir de auxílio na produção de mudas e na implantação destas espécies no campo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 EFEITO DA LUZ SOBRE CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS, ANATÔMICAS E FISIOLÓGICAS DA PLANTA

Numa floresta, as plantas mais baixas recebem luz mais esverdeadas. O espectro de ação para a fotossíntese mostra que a luz verde também é efetiva, ainda que os picos principais estejam no vermelho e azul. Isto parece ser devido à absorção da luz pelos carotenóides, que normalmente acompanham as clorofilas nas membranas dos cloroplastos. Por outro lado, as folhas abaixo da copa recebem proporções de luz vermelho : vermelho extremo diferentes das folhas do alto da copa da floresta, afetando como consequência a razão entre o fitocromo vermelho e vermelho-extremo. Esta mudança da razão poderia formar a base de detecção de sombreamento e poderia dar o sinal que é mais tarde traduzido como uma reação bioquímica ou morfogenética (WHATLEY & WHATLEY, 1982).

Conquanto a qualidade e quantidade de luz sejam afetadas, as plântulas que crescem no piso florestal geralmente experimentam um ambiente menos extremo e menos variável com relação à temperatura, umidade e velocidade do vento, quando comparadas às condições de áreas abertas. Também, as flutuações nas temperaturas e na umidade do solo são menores, e a concentração de CO₂ pode situar-se acima dos níveis ambientais (BAZZAZ, 1979).

Por outro lado, a maioria das plantas, em resposta à sombra, produz menos matéria seca, retêm fotossintatos na parte aérea às expensas do crescimento da raiz, desenvolve maiores internós e pecíolos, e produz folhas maiores e mais finas. Contudo, as espécies diferem consideravelmente quanto a forma de resposta. Entretanto, a capacidade para maximizar a produção de matéria seca à sombra através de modificações do fenótipo é mais aparente em espécies características de ambientes não sombreados ou levemente sombreados, enquanto as plantas típicas de sombra tendem a crescer lentamente e mostrar uma menor resposta morfogenética em resposta a condições de sombra (GRIME, 1982).

GOULET & BELLEFLEUR (1986) observaram que espécies intolerantes à sombra representadas por pioneiras e intermediárias, não têm a capacidade de formar folhas típicas de sol e de sombra. Apresentam apenas um pequeno ajuste quando levemente sombreadas, mas não são capazes de responder a uma sombra mais densa. Ao contrário, as espécies tolerantes à sombra têm a capacidade de ajustar melhor suas características morfológicas ao ambiente de luz, formando folhas de sombra e de sol típicas.

Já SPURR & BARNES (1973) observaram que as folhas de sombra típicas quando comparados a folhas de sol da mesma árvore são menos lobadas, possuem uma epiderme mais fina, menos parênquima paliçádico, mais espaço intercelular e parênquima esponjoso, menos tecido de suporte e condução e menos estômatos.

WEAVER & CLEMENTS (1929) notaram que em folhas crescidas no sol muito dos cloroplastos se arranjam em linha com os raios de luz, atenuando deste modo a energia incidente. Em folhas de sombra eles são arranjados em ângulos retos aos raios de sol, aumentando desta maneira a superfície disponível para a absorção.

Nos lugares onde a intensidade de luz é alta, as folhas tendem a assumir uma posição vertical, de modo a expor ao sol a mínima superfície capaz de absorver luz. Ao contrário, em condições de sombra as folhas podem se posicionar horizontalmente, de tal modo que a máxima superfície capaz de absorver luz esteja voltada para o sol (WHATLEY & WHATLEY, 1982).

Ao se estudar a capacidade de uma determinada espécie de adaptar a certos níveis de luminosidade ambiental a razão da área foliar (área foliar/peso da planta) têm se mostrado útil. Então, plantas de sombra seriam aquelas capazes de sobreviver à sombra aumentando a razão da área foliar, enquanto que plantas de sol seriam aquelas que aumentariam a razão da área foliar no sol, e portanto sobrevivem sob essas condições (BLACKMAN & WILSON, 1951).

Outro parâmetro utilizado é a fotossíntese, porque uma boa parcela das diferenças de tolerância à sombra entre espécies relaciona-se com a habilidade de seu aparelho fotossintético adaptar-se à intensidade de luz (KRAMER & KOZLOWSKI, 1979). Em geral, as espécies dos estágios iniciais de sucessão tem seus pontos de compensação (fotossíntese líquida=0) e de saturação (a partir do qual o aumento da intensidade de luz não aumenta a fotossíntese líquida) mais altos que os das árvores mais tolerantes.

Segundo BOHNING & BURNSIDE (1956), em geral, a intensidade de luz do ponto de compensação em plantas de sombra é menor (ao redor de 550 lux) do que em plantas de sol (1100 à 1600 lux), enquanto que o ponto de saturação em plantas adaptadas no sol é maior (21000 à 27000 lux) do que plantas de sombra (5000 à 11000 lux).

STEPHENS & WAGGONER (1970) compararam a fotossíntese em *Cecropia* com vários membros do bosque maduro localizados em diferentes sítios do dossel. Os autores observaram uma saturação de luz para *Cecropia* de 0,8 cal/cm²/min enquanto *Goethalsia*, uma espécie do dossel, se satura com 0,4 cal/cm²/min; as folhas de *Croton glabellus* e *Protium glabrum*, do sub-bosque, se saturam aproximadamente a 0,2 cal/cm²/min. Já para LUGO (1970) as espécies arbóreas *Cecropia peltata* e *Antocephalus cadamba*, classificadas como de sol apresentaram uma saturação de luz de 0,30 e 0,29 cal/cm²/min, respectivamente, enquanto que *Sloanea berteriana* e *Dacryodes excelsa*, classificadas como plantas de sombra apresentaram uma saturação de 0,07 e 0,05 cal/cm²/min, respectivamente.

SEITZ (1976) em ensaio com mudas de *Piptocarpa angustifolia* Dusén (vassourão-branco) observou que seu ponto de saturação luminosa foi obtido a baixa intensidade de luz, caracterizando-se fisiologicamente como umbrófila.

Em uma determinada intensidade luminosa as taxas de fotossíntese líquida dependem da tolerância relativa da planta em questão. O mesmo ocorre quando se compara a capacidade fotossintética das folhas de sol, as quais crescem nas partes expostas da copa, com as folhas de sombra. Tanto as folhas de sombra como as plantas tolerantes à sombra têm em geral maior eficiência fotossintética sob baixas condições de luz que as folhas de sol e as plantas intolerantes à sombra. Sob condições de alta iluminação ocorre o contrário, as plantas intolerantes e as folhas de sol têm maior eficiência por unidade de área foliar que as plantas tolerantes (DANIEL et alii, 1979).

INOUE (1978) verificou em mudas de *Cedrela sp*, quando cultivadas em sombra, apresentaram um coeficiente econômico aparente (fotossíntese líquida/respiração) bem mais elevado do que as plantas crescidas em alta intensidade de luz, quando submetidas a baixas intensidades luminosa. Contrariamente, as plantas crescidas sob alta intensidade de luz tiveram um maior coeficiente econômico quando submetidas a altas intensidades de luz.

GALVÃO (1986) em trabalho realizado sobre a variação sazonal da fotossíntese líquida e respiração em plantas de 18 meses de três espécies

florestais, observou que *Ilex paraguariensis* (erva-mate) e *Cabralea canjerana* apresentaram tolerância à sombra semelhantes, devido à saturação lumínica e ponto de compensação observados, caracterizando-se fisiologicamente como umbrófilas.

SHIROYA et alii (1962) observaram que em plantas de *Pinus strobus*, inicialmente cultivadas nas mesmas condições de luminosidade e posteriormente metade delas colocadas em condições à plena luz e metade à sombra, houve uma maior translocação de fotossintatos para a raiz nas primeiras .

PHARES (1971) observou que mudas de *Quercus rubra* L. alcançaram maior altura à 30% de luz, e mínima altura a 10% da luz do dia.

FONSECA et alii (1979) observou em mudas de *Eucalyptus grandis* , que as maiores alturas foram alcançadas sob 25% e 50% de sombreamento, diferindo dos níveis de 0% e 70%, na fase de viveiro.

ENGEL (1989) constatou que em mudas de *Amburana cearensis* e *Tabebuia avellanedae*, as alturas diminuíram à medida que se aumentou a intensidade de luz.

Em geral, pode ser dito que a elongação do caule varia inversamente com a intensidade de luz, mas que o diâmetro varia diretamente com a luz (POPP, 1926).

FERREIRA (1977) verificou que as maiores intensidades de luz favoreceram o crescimento em diâmetro do colo do guapuruvú (*Schizolobium parahyba*) e jatobá (*Hymenaea stygnocarpa*), mas foram indiferentes para a faveira (*Peltophorum dubium*) e tamboril (*Enterolobium contortisiliquum*).

Para *Dalbergia nigra* , REIS et alii (1991) verificaram substancial aumento do diâmetro do coleto com o aumento do nível de sombreamento de 0% para 30%. O diâmetro máximo foi obtido entre 30% e 50% de sombreamento.

SOUZA (1981) afirma que o peso de matéria seca é o parâmetro quantitativo que melhor retrata o potencial de crescimento de uma planta em relação aos fatores ambientais. Isto porque além de quantificar a produção de biomassa, permite verificar como esta massa se distribui pela planta em decorrência do grau de luminosidade, por exemplo. O mesmo autor em ensaio com mudas de *Cedrela fissilis* observou , após 33 semanas, que os níveis de 25%, 71% e 100% da luz do dia apresentaram os maiores pesos de matéria seca total.

STURION (1980) constatou que as mudas de *Prunus brasiliensis* (pessegueiro-bravo) apresentaram maior peso de matéria seca total quando crescidas a céu aberto.

JONES & McLEOD (1990) em ensaio com sombreamento de *Sapium sebiferum* observou que houve um aumento significativo, para a produção de matéria seca, do nível de 5% para 100% de luz, enquanto que para *Fraxinus caroliniana* a maior produção ocorreu sob 53% de luz.

Nas espécies tolerantes à sombra *Fraxinus americana*, *Fagus grandiflora* e *Tsuga canadensis*, LOGAN (1973) constatou, após uma pesquisa de sete anos, que a produção máxima de matéria seca foi conseguida quando a intensidade de luz era de 45% da luz do dia.

INOUE & TORRES (1980) em ensaio com mudas de 9 meses de idade de *Araucaria angustifolia*, observaram que as maiores relações raiz/parte aérea, baseadas no peso da biomassa seca, foram obtidas para os níveis de 100%, 71% e 45% da luz do dia.

TOLLEY & STRAIN (1984) em estudo realizado com mudas de *Liquidambar styraciflua* e *Pinus taeda* constataram que a razão raiz/parte aérea (pesos da biomassa seca) de ambas as espécies apresentaram nítido decréscimo nesta razão para condições de sombreamento.

STROTHMAN (1967) em ensaio conduzido com mudas de 2 anos de *Pinus resinosa* sob condições de sombreamento, verificou que a relação do peso da biomassa seca das acículas/peso da biomassa seca total girou entre 52% a 52,9% nos três tratamentos não sombreados, comparados com 44,4% à 46,1% dos tratamentos sombreados.

JONES & McLEOD (1989) em ensaio sobre sombreamento das espécies *Sapium sebiferum*, *Platanus occidentalis* e *Quercus falcata* observaram que *S. sebiferum* apresentou uma menor relação peso da biomassa seca da folha/peso da biomassa seca (caule + raiz) independente do nível de sombreamento.

2.2 CLASSIFICAÇÃO DA TOLERÂNCIA E FASE DE SUCESSÃO DAS ESPÉCIES

Para BUDOWSKI (1965) vários fatores são necessários para caracterizar o estágio sucessional de uma determinada espécie arbórea, porém, quanto à luz, o critério adotado obedece à seguinte classificação: "pioneira" - muito intolerante à sombra; "secundária inicial" - muito intolerante à sombra; "secundária tardia" - tolerante à sombra em estágio juvenil e mais tarde intolerante à sombra- e "clímax" - tolerante à sombra, exceto em estágio adulto.

WHITMORE (1975) elaborou uma classificação mais abrangente das espécies de árvores nos claros, porém reconhece que cada espécie é única em sua estratégia de crescimento. Seus grupos incluem: a) espécies que se estabelecem e crescem em baixo do dossel fechado da floresta; b) espécies que crescem abaixo da floresta fechada porém se beneficiam de claros; c) espécies que se estabelecem abaixo da floresta fechada mas que requerem claros para amadurecer e d) espécies que se estabelecem somente em claros.

Segundo MARTINEZ-RAMOS(1985) e DENSLOW (1980) as espécies arbóreas de florestas tropicais pertencem a três grupos ecológicos primários: "pioneiras" ou "clareiras grandes"; "nômades" ou "clareiras pequenas" e "tolerantes" ou "sub-bosque" , podendo haver variações em torno destes tipos básicos. As espécies "pioneiras" só se regeneram e completam o seu ciclo de vida em áreas abertas e clareiras grandes, maiores que 1000 m² (WHITMORE, 1982, 1983) apresentando maior vantagem competitiva, devido principalmente a características como longevidade, dormência e dispersibilidade da semente , possuindo taxas de crescimento, fotossíntese e respiração mais altas, além de frequentemente acumularem um lenho com alto conteúdo de água, o que significa menor custo energético. As espécies dos dois outros grupos podem germinar e estabelecer suas plântulas na sombra. As espécies "nômades" são aquelas que se regeneram sob o dossel da mata, mas dependem de aberturas para passar da fase juvenil para a adulta, sendo favorecidas por clareiras pequenas (< 150 m²); estas possuem ritmos de fotossíntese, respiração e crescimento intermediários, mas mais parecidos com os das pioneiras do que com os das tolerantes. Já as "tolerantes", não dependem estritamente de aberturas no dossel nem para regeneração nem para crescimento posterior, chegando a permanecer em condições limitantes de luz durante grande parte de sua vida; estas espécies apresentam baixas taxas metabólicas e de fixação de

CO₂, e crescimento lento; podem entretanto aclimatar-se às condições de aumento casual de luminosidade, entrando num processo de aceleração de crescimento. Entretanto, estas nunca alcançam o estrato superior e o das emergentes, que são formados pelas "nômades".

2.3 INFORMAÇÕES ECOLÓGICAS DAS ESPÉCIES ESTUDADAS

2.3.1 *Peltophorum dubium*

P. dubium têm sido classificada na família *Leguminosae* e sub-família *Caesalpinioideae* (CORREA, 1952).

Segundo REITZ et alii (1983): " é ÁRVORE decidual do estrato emergente da floresta do Alto Uruguai, altura de 25 a 35 metros e 60 a 120 cm de diâmetro na altura do peito; TRONCO cilíndrico mais ou menos reto e levemente curvo ou achatado com leves quinas; fuste curto, geralmente de 6 a 10 metros; RAMIFICAÇÃO dicotômica ascendente, com galhos grossos, geralmente tortuosos formando copa ampla, largamente achatado-arredondada, encimada por folhagem densa de cor-verde escura à semelhança do angico-vermelho, sendo porém a folhagem desta última mais suave; FOLHAS semideciduais até decíduais, alternadas, compostas, bipinadas, com 10-20 pares de pinas de 5 a 10 cm de comprimento, tendo cada pina 10-30 pares de folíolos elípticos-oblongos, opostos e mucronados no ápice, de 5-10 mm de comprimento, por 2 a 3 mm de largura, verde-escuras, brilhantes na face superior, mais pálidas e opacas na inferior; INFLORESCÊNCIAS em amplas e vistosas panículas ; FLORES com corola de cor amarelo-vivo, medindo de 1,5 a 2 cm de diâmetro, pentâmeras; FRUTOS vagem, oblongo-lanceolada, achatada, indeiscente, medindo de 5 a 9 cm de comprimento por 1 a 2 cm de largura, apresentando de 1 a 2 SEMENTES alongadas."

Suas sementes não deterioram facilmente, suportando, portanto, longos períodos de armazenamento (INOUE et alii, 1984).

No Brasil, *P. dubium* ocorre desde a Bahia, Minas Gerais e Mato Grosso até o noroeste do Rio Grande do Sul. Ocorre também na Argentina e no Paraguai (REITZ et alii 1978).

No Paraná era uma das espécies mais freqüentes das florestas latifoliadas do oeste do Estado, que cobriam toda a bacia do Rio Paraná e afluentes sobre solos férteis. Em menor intensidade, penetra pela bacia do baixo rio Iguaçu. Nas florestas primárias existentes no Parque Nacional do Iguaçu-PR, é comum a presença de *P. dubium* como árvores de grandes dimensões, porém muito rara na forma de indivíduos jovens (INOUE et alii, 1984). É uma árvore latifoliada de folhas caducas e de rápido crescimento (MAIXNER & FERREIRA, 1976).

Segundo REITZ et alii (1978) na bacia do Rio Uruguai sua abundância é bem menos expressiva, contudo é uma das árvores mais conhecidas na região do extremo oeste catarinense, graças a sua uniformidade de distribuição e relativa freqüência. O mesmo autor afirma que pelas observações feitas ao longo do Rio Uruguai, ficou bem evidenciado tratar-se de árvore heliófila, que prefere solos úmidos e profundos. Na mata primária é encontrada quase que só exemplares velhos ou adultos bem desenvolvidos, demonstrando que sua regeneração não se efetua de forma normal na floresta densa, úmida e sombria. No Rio Grande do Sul, segundo REITZ et alii (1983) ocorre apenas na área da floresta latifoliada do Alto Uruguai desde Marcelino Ramos, Nonoai, Palmeira, Tenente Portela, Santa Rosa, Santo Ângelo até São Borja, onde possivelmente se encontra seu limite austral no Brasil.

2.3.2 *Schizolobium parahyba*

S. parahyba têm sido classificado na família *Leguminosae*, sub-família *Caesalpinioideae* (RIZZINI, 1981).

Segundo REITZ et alii (1983): "é ÁRVORE decidual de 20 a 30 metros de altura e 60 - 80 cm de diâmetro na altura do peito; TRONCO reto, alto e cilíndrico; casca quase lisa, de cor cinzenta, com cicatrizes das folhas; RAMIFICAÇÃO cimosa, formando ampla copa corimbosa, umbeliforme (de guarda-chuva). FOLHAS alternas, compostas, muito compridas até 1 m de comprimento, bipinadas com pinas opostas em número de 30 - 50; folíolos das pinas em número de 40 - 60 opostos, elípticos, emarginados ou não, as nervuras obsoletas, mais ou menos pilosas inferiormente, ciliátulos, os adultos medindo 2

- 3 cm por 7 - 10 mm; INFLORESCÊNCIAS em forma de cachos terminais grandes de 20 - 30 cm de comprimento. FLORES grandes, vistosas, amarelas, pedicelos até 15 mm; pétalas orbiculares, amarelas, pilosas com longa unha; FRUTOS um legume obovado, séssil, coriáceo ou sublenhoso, pardo-escuro, formado por duas valvas bem espatuladas, delgadas, fortemente reticuladas por dentro e quase lisas por fora, medindo de 10 - 15 cm por 4 - 6 cm; o endocarpo amarelo-pardacento-claro desprende-se do resto do fruto, e inclui a semente única com grande asa papirácea. SEMENTE elíptica, lisa, brilhante, muito dura, 2 - 3 cm por 1,5 - 2 cm".

Em um quilograma obtém-se em média 500 sementes, que possuem longevidade bastante acentuada, podendo ser armazenada por vários anos sem perda do poder germinativo. A longevidade em armazenamento é permitida pela impermeabilidade do tegumento à água (INOUE et alii, 1984).

RIZZINI (1981) afirma que *S. parahyba* ocorre desde o sul do México e América Central. No Brasil, ocorre desde o litoral sul da Bahia até a mesma posição no Estado de Santa Catarina.

No Paraná é encontrado em toda a zona da mata atlântica apresentando uma distribuição irregular e descontínua. Na vertente atlântica da Serra do Mar, ocorre em altitudes de 600 metros do nível do mar, sendo freqüentes nos sopés das serras, elevações suaves da planície litorânea, sendo raro nas formações de restinga muito próximas do mar. Nas áreas que sofreram interferência drástica ou mesmo seletiva do homem provocando a abertura do dossel, *S. parahyba* instala-se com vigor ao lado da embaúba (*Cecropia adenopus*) respondendo positivamente a maior quantidade de luz, aspecto facilmente observado a distância pela dominância em número e na posição sociológica da nova sucessão da floresta, caracterizando-a fisionômica (INOUE et alii, 1984).

De acordo com REITZ et alii (1978), em Santa Catarina ocorre na zona da mata atlântica, desde o extremo norte do Estado até Criciúma, principalmente ao longo das encostas próximas ao litoral. No Estado do Rio Grande do Sul, segundo REITZ et alii (1983) apenas foram observadas esparsas ocorrências nas proximidades do Rio Verde, tributário do Rio Mampituba.

2.3.3 *Leucaena leucocephala*

O gênero *Leucaena* têm sido classificado na família *Leguminosae*, sub-família *Mimosoidae*, tribo *Eumimosae* (BOGDAN, 1977; NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, 1977; CARDOSO, 1980).

Possue folhas bipinadas de 15 a 20 cm de comprimento, com 4 - 10 pares de pinas, cada qual com 5 - 20 pares de folíolos; folíolos de 7 - 15 mm de comprimento e 3 - 4 mm de largura. Numerosas flores brancas são agrupadas em um capítulo globular de 1,5 - 3 cm de diâmetro, sendo altamente autopolinizantes. Os frutos são compridos, chatos, 12 - 18 cm de comprimento e 1,5 - 2 cm de largura, contendo 13 - 30 sementes. Sementes elípticas, achatadas, brilhantes, de coloração marrom, 6 - 8 mm de comprimento e 1,5 - 2 cm de largura (BOGDAN, 1977, MACHADO et alii, 1978). As sementes necessitam de pré-tratamento a fim de terem boa germinação pois apresentam tegumento duro. Somente 12% de germinação são esperados em sementes sem tratamento (COOKSLEY, 1974; BOGDAN, 1977).

L. leucocephala é originária da América, ocorrendo naturalmente desde o Texas (USA) ao Equador, concentrando-se no México e América Central (BREWBAKER, 1978). Em relação à temperatura, *L. leucocephala* é restrita a regiões dos trópicos e sub-trópicos, sendo seu desenvolvimento favorecido por temperaturas mais elevadas. Alguns autores afirmam que a altitude influencia o desenvolvimento da espécie, e a recomendam para terras cuja altitude seja inferior a 500 metros (NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, 1977).

Esta espécie se desenvolve em regiões com precipitações entre 600 a 1700 mm anuais, porém, tem sido encontrada em regiões de precipitação em torno de 250 mm/ano e de 5000 mm/ano (LIMA, 1986).

KLUTCHCOWSKI (1980) afirma que *L. leucocephala* apresenta um sistema radicular bastante desenvolvido, com capacidade de fixar o nitrogênio atmosférico, através da simbiose com a bactéria do gênero *Rhizobium*, e solubilização do fósforo através de *Mycorrhizae*, em função da associação de fungos às raízes mais finas.

Adicionalmente *L. leucocephala* requer solos de pH neutro e alcalinos. Como forragem, o fator limitante é a presença do aminoácido mimosina, que pode ser prejudicial se ingerido em excesso por animais não ruminantes (LIMA, 1982).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi realizado no viveiro da Escola de Florestas da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, no período de janeiro a junho de 1988, com as espécies : *Peltophorum dubium* (Sprangel) Taubert -"canafístula"- , *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake -"guapuruvu"- e *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit -"leucena".

A escolha das espécies baseou-se na sua importância econômico-ambiental e concomitantemente fornecer dados comparativos de distribuição de biomassa e variação sazonal dessas leguminosas, consideradas intolerantes à sombra pela literatura.

3.1 PROCEDÊNCIAS DAS SEMENTES

As sementes das três espécies foram coletadas pelo Centro Nacional de Pesquisa de Florestas (CNPQ) - EMBRAPA - Colombo - PR (Tabela 3.1).

Tabela 3.1 Procedências das sementes

ESPÉCIE	LOCALIDADE	LATITUDE/LONGITUDE	ALTITUDE	ANO
Canafístula	Tenente Portela-RS	27° 29' S; 53° 49' W	390 m	1981
Guapuruvu	Morretes-PR	25° 29' S; 48° 50' W	10 m	1980
Leucena	Rancho Alegre-PR	23° 04' S; 50° 55' W	416 m	1987

3.2 ARMAZENAMENTO E QUEBRA DA DORMÊNCIA

As sementes de *P. dubium* e *S. parahyba* foram armazenadas em câmara fria (3 a 5°C), enquanto que as sementes da *L. leucocephala* em câmara seca (13° a 15°C) no CNPF, Colombo, PR.

Quanto a quebra de dormência as sementes das três espécies passaram por processo de aquecimento em água. As sementes de *P. dubium* foram colocadas em água fervente (95°C) e deixadas imersas no mesmo recipiente por 24 horas à temperatura ambiente. As de *S. parahyba* foram postas em recipiente com água fervente (fogo ligado) por 4 minutos, e deixadas

imersas no mesmo recipiente por 48 horas à temperatura ambiente. (BIANCHETTI & RAMOS, 1981). As de *L. leucocephala* foram postas em recipiente com água a temperatura de 70°C (fogo desligado), e deixadas imersas no mesmo recipiente por 2 minutos (OAKES, 1984). As sementes das três espécies apresentaram uma germinação em torno de 60% a 80%.

3.3 CULTIVO DAS MUDAS

As sementes de *P. dubium* e *L. leucocephala* germinaram em sementeiras, em condições ambientais, e foram repicadas para sacos plásticos aerificados de pigmentação preta (18 x 6,3 cm) quando atingiram uma altura de 2 cm, sendo que as raízes das mudas de *P. dubium* foram podadas para melhor acomodação, devido a seu grande comprimento. Após repicagem, as mudas de *P. dubium* e *L. leucocephala* permaneceram por 25 e 26 dias, respectivamente, embaixo de tela de sombreamento com a denominação comercial de "sombrite" de cor preta, através da qual passava 40% da luz do dia. As sementes de *S. parahyba* foram semeadas diretamente em sacos plásticos e permaneceram embaixo de "sombrite" de cor preta, através do qual passava 40% de luz, durante 25 dias. Para as três espécies citadas não houve proteção lateral contra a luminosidade, e as mudas ficaram sob condições naturais até o início do experimento em 15 de fevereiro. O cronograma do experimento está na tabela 3.2.

Tabela 3.2 Cronograma das atividades no viveiro

Espécie	Semeio	1°	2°	3°	4°
		amostragem 4° semana	amostragem 8° semana	amostragem 12° semana	amostragem 18° semana
Canafístula	19.01.88	15.02.88	15.03.88	15.04.88	02.06.88
Guapuruvu	20.01.88	15.02.88	15.03.88	15.04.88	02.06.88
Leucena	20.01.88	15.02.88	15.03.88	15.04.88	02.06.88

3.3.1 Substrato

O substrato usado para as três espécies constituiu-se de três partes de terra vegetal peneirada para uma parte de areia.

3.3.2 Campânulas de sombreamento

Estas câmpanulas consistiam em armações de madeira, cujas dimensões eram de 1,5 m de comprimento, 0,85 m de largura e 0,70 m de altura, que por sua vez foram recobertas com "sombrite" de cor preta, as quais não preenchiam totalmente a armação, deixando próximo ao solo uma altura descoberta de 15 cm, para melhor circulação do ar.

3.4 TRATAMENTOS

Com a combinação de diversas graduações de malhas de "sombrites" foram estabelecidas as seguintes graduações de intensidade luminosa em relação à luz do dia:

Tratamento A: sem sombreamento (100% da luz do dia)

Tratamento B: 70% da luz do dia

Tratamento C: 40% da luz do dia

Tratamento D: 20% da luz do dia

Tratamento E: 7% da luz do dia

3.5 DETERMINAÇÃO DAS GRANDEZAS DE RELAÇÃO

Determinou-se na 4ª, 8ª, 12ª e 18ª semanas a produção de matéria seca de folhas, caule e raiz, altura do caule e o diâmetro do colo das três espécies estudadas sob os cinco níveis de luz. Ressalta-se que na 4ª semana (15 de fevereiro) as mudas foram colocadas nos tratamentos de luz e simultaneamente houve a primeira amostragem. A matéria seca das partes da planta foi determinado após secagem em estufa a 105°C por 24 horas.

3.6 DELINEAMENTO ESTATÍSTICO

O experimento foi conduzido em blocos ao acaso com três repetições. O número de plantas amostradas por tratamento de luz (para cada espécie) foi de trinta plantas para produção de matéria seca e sessenta plantas para diâmetro do colo e altura do caule para cada época de amostragem. Foi utilizado uma fileira de plantas como bordadura.

Os dados utilizados para análise de variância da porcentagem que cada parte da biomassa seca da planta representava em relação ao peso da biomassa seca total foram transformados para $\text{ARC SEN } \sqrt{\%}$.

A diferença entre médias foi analisada pelo teste de STUDENT, NEWMAN e KEULS (SNK) a um nível de 95% de probabilidade (STEEL & TORRIE, 1980).

4.RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 PESO DA BIOMASSA SECA TOTAL (BT)

4.1.1 *Peltophorum dubium*

Observa-se na tabela 4.1 que o peso da biomassa seca total (BT) apresentou tendências de maior valor à plena luz do dia.

O incremento da BT das plantas de *P. dubium* durante o período de observação não foi sempre uniforme para as luminosidades testadas. Na figura 4.1. está representado a BT das plantas em relação à idade.

Pelas curvas de crescimento da BT é claro uma ascensão dos valores para todas as luminosidades testadas, desde a germinação até a décima-oitava semana. Nota-se uma tendência similar das curvas, para os níveis intermediários de luz (70% a 20%), da 12ª à 18ª semana, enquanto que neste mesmo período houve uma ligeira maior ascensão à plena luz do dia quando comparado a estes níveis intermediários. O nível de 7% de luz apresentou a partir da 8ª até a 18ª semana uma nítida inferioridade de valores em relação aos demais níveis por todo o período.

4.1.2 *Schizolobium parahyba*

Verifica-se na tabela 4.2 que os valores médios, no decorrer do experimento, tenderam a ser maior à plena luz do dia, decaindo à medida que se diminuiu a luminosidade.

O incremento da BT das plantas de *S. parahyba* durante a época de amostragem não seguiu sempre o mesmo ritmo para as luminosidades testadas. Na figura 4.2. está representada a BT em relação à idade da planta. Nota-se que houve uma tendência de crescimento similar para os níveis de 100%, 70% e 40% de luz da 8ª para a 18ª semana, enquanto que para os níveis de 20% e 7% houve uma linearidade no desenvolvimento da 4ª para a 18ª semana, embora com inclinações diferentes.

Tabela 4.1 Valores médios do peso da biomassa seca total (g) de *Peltophorum dubium* em função da intensidade luminosa e época de amostragem

ÉPOCA DE AMOSTR.	LUMINOSIDADE				
	100%	70%	40%	20%	7%
8ª semana	A 0,1346	A,B 0,1207	B,C 0,1051	C 0,0903	D 0,0550
12ª semana	A 0,3841	A 0,3662	A,B 0,3123	B 0,2613	C 0,1425
18ª semana	A 0,6823	B 0,5769	B,C 0,5055	C 0,4323	D 0,2259

(As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal não diferem entre si, ao nível de 95% de probabilidade)

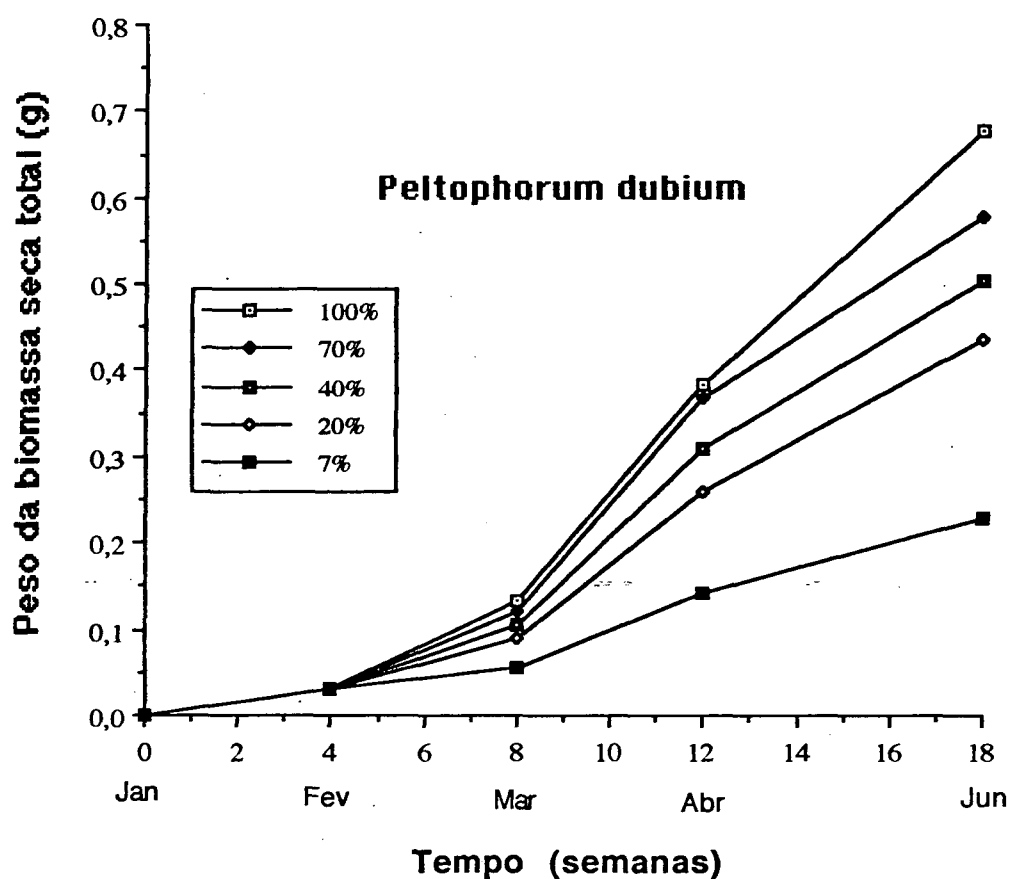


Figura 4.1 Evolução do peso da biomassa seca total de *Peltophorum dubium* em função da intensidade luminosa e época de amostragem

Tabela 4.2 Valores médios do peso da biomassa seca total (g) de *Schizolobium parahyba* em função da intensidade luminosa e época de amostragem

ÉPOCA DE AMOSTR.	LUMINOSIDADE				
	100%	70%	40%	20%	7%
8ª semana	A 2,05	B 1,79	C 1,57	D 1,36	E 0,86
12ª semana	A 3,58	B 3,26	B 2,96	C 2,10	D 1,14
18ª semana	A 5,08	B 4,66	C 4,26	D 3,19	E 1,46

(As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal não diferem entre si, ao nível de 95% de probabilidade)

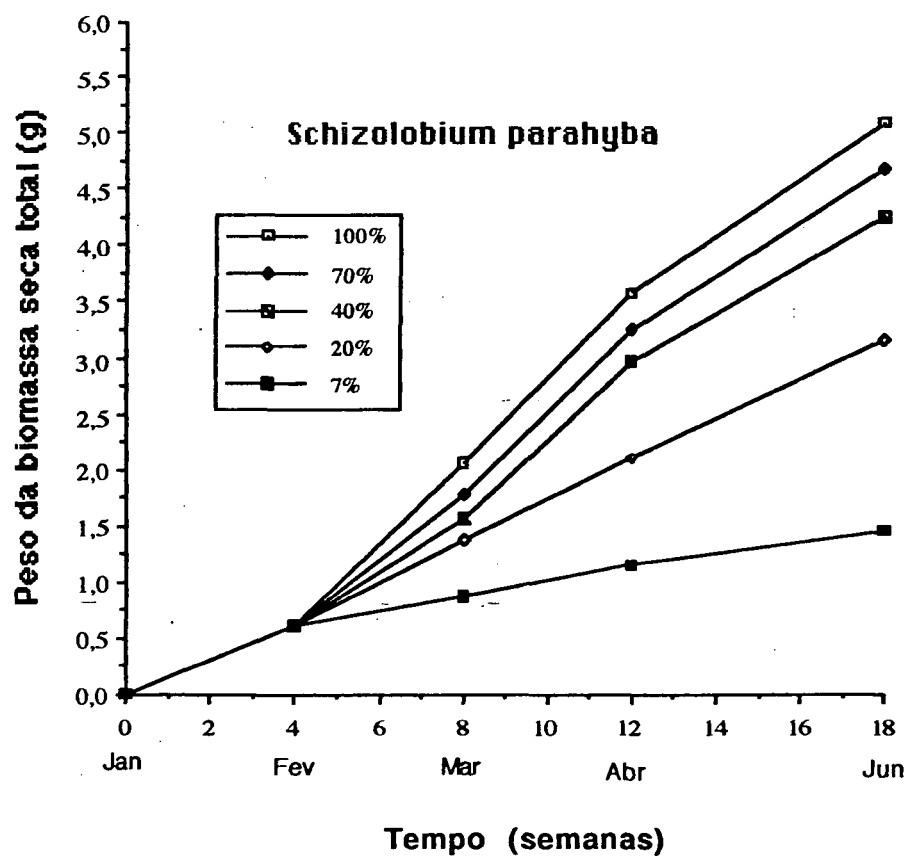


Figura 4.1 Evolução do peso da biomassa seca total de *Schizolobium parahyba* em função da intensidade luminosa e época de amostragem

4.1.3 *Leucaena leucocephala*

Observa-se na tabela 4.3. que houve na 8ª e 12ª semana uma superioridade da BT no nível de 100% de luz e com valores inferiores não diferiram estatisticamente nos níveis de 70%, 40% e 20% de luz. O nível de 70% diferiu de 7% de luz. Para a 18ª semana o nível de 40% foi distinto de 7% de luz.

Nota-se na figura 4.3. que o nível de 20% apresentou uma tendência a igualar-se com o de 7% de luz, enquanto que o nível de 100% sobressaiu-se dos demais.

Para BLACKMAN (1968) um dos critérios para classificação de plantas de sol e sombra é a taxa de crescimento relativo (acúmulo de matéria seca na unidade de tempo - TCR): as plantas de sol apresentam TCR máxima a uma intensidade de luz de 100% (pleno sol) ou acima desta; as plantas de sombra apresentam uma TCR máxima abaixo de 100% de iluminação. Por este conceito as três espécies estudadas seriam espécies de sol (ver figuras 4.1, 4.2 e 4.3). Contudo, a exigência de luz de uma árvore varia de acordo com a origem e o estágio de desenvolvimento (INOUE, 1978), e por causa de diferenças na eficiência fotossintética na estrutura e arranjo das folhas, nem todas as espécies requerem plena luz para a máxima produção de matéria seca (STROTHMANN, 1967). Estes fatos podem explicar porque *P. dubium* apresentou na 12ª semana do experimento um peso da biomassa seca total no nível de 100% de luz semelhante aos níveis de 70% e 40% de luz.

Muitas vezes o acúmulo de matéria seca é acompanhado do aumento do teor de água, mas existem casos que ocorrem um acúmulo de água sem aumento no peso seco (REIS & MULLER, 1979). Este fenômeno pode ter ocorrido com *S. parahyba* ao nível de 7% da luz do dia, onde a partir da 4ª semana o acréscimo em matéria seca total foi mínimo, havendo características de estiolamento.

Em *L. leucocephala* e *P. dubium* no nível de 7% de luz também foi evidenciado um grau de estiolamento, mais visível no primeiro.

Por outro lado, em *L. leucocephala* nota-se que o decréscimo no peso seco total do nível de 100% para o de 70% de luz em termos relativos foi mais acentuado quando se compara com *P. dubium* e *S. parahyba*, denotando uma maior intolerância à sombra.

Tabela 4.3 Valores médios do peso da biomassa seca total (g) de *L. leucocephala* em função da intensidade luminosa e época de amostragem

ÉPOCA DE AMOSTR.	LUMINOSIDADE				
	100%	70%	40%	20%	7%
8ª semana	A 0,1959	B 0,1528	B,C 0,1432	B,C 0,1333	C 0,1001
12ª semana	A 0,4766	B 0,3464	B,C 0,3152	B,C 0,3104	C 0,1904
18ª semana	A 0,8449	B 0,5642	B 0,5770	B,C 0,4354	C 0,3290

(As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal não diferem entre si, ao nível de 95% de probabilidade)

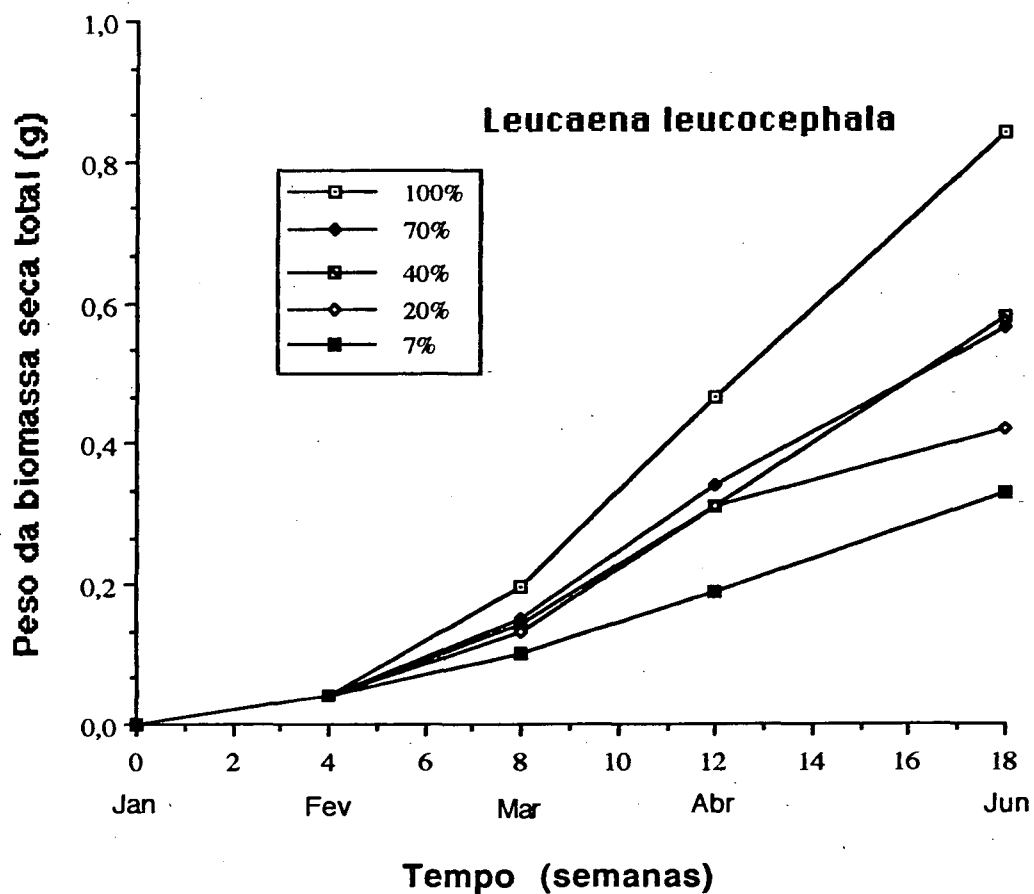


Figura 4.3 Evolução do peso da biomassa seca total de *Leucaena leucocephala* em função da intensidade luminosa e época de amostragem

4.2 RELAÇÃO ENTRE O PESO DA BIOMASSA SECA DA RAIZ E O PESO DA BIOMASSA SECA DA PARTE AÉREA (R/A)

4.2.1 *Peltophorum dubium*

Observa-se na tabela 4.4 que a R/A para *P. dubium*, de maneira geral, dentro de cada época de amostragem, apresentou maior valor para o nível de 100% de luz. A partir daí nota-se um ligeiro declínio até o nível de 20% de luz. Deste nível para o de 7% a queda foi mais acentuada. No decorrer do experimento, dentro de cada nível de luz, nota-se que os valores da R/A cresceram nos níveis de 100% a 20% de luz.

Tabela 4.4 Valores médios da R/A de *Peltophorum dubium* em função da intensidade luminosa e época de amostragem

ÉPOCA DE AMOSTR.	LUMINOSIDADE				
	100%	70%	40%	20%	7%
	A	A	B	B,C	C
8ª semana	0,3992	0,3700	0,3170	0,2772	0,2500
	A	B	B	B	C
12ª semana	0,4168	0,3443	0,3432	0,3052	0,2402
	A	A,B	B	B	C
18ª semana	0,4784	0,4340	0,3991	0,3842	0,2578

(As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal não diferem entre si, ao nível de 95% de probabilidade)

4.2.2 *Schizolobium parahyba*

De um modo geral, observa-se na tabela 4.5 uma uniformidade de valores, dentro de cada época de amostragem, para os níveis de 100% a 20% de luz, o qual foram diferentes estatisticamente do nível de 7% na 12ª e 18ª semana de vida das mudas. Dentro de cada nível de luz (colunas) observa-se que em geral os valores não se alteraram, à exceção do nível de 7% que apresentou tendências em diminuir.

4.2.3 *Leucaena leucocephala*

Nota-se na tabela 4.6, dentro das épocas de amostragem, que a R/A na 8° e 12° semana praticamente apresentaram-se uniforme, à exceção do nível de 7% de luz que na 12° semana foi inferior aos demais. Na 18° semana os níveis mais altos de luminosidade (100% e 70%) apresentaram as maiores relações, decrescendo a partir daí significativamente até o nível mais baixo de luz. Dentro de cada nível de luz (colunas) verifica-se que os valores cresceram para todos os níveis de luz, destacando-se o de 100% de luz que na 18° semana igualou o peso da biomassa seca da raiz com o peso seco aéreo.

Tabela 4.5 Valores médios da R/A de *Schizolobium parahyba* em função da intensidade luminosa e época de amostragem

ÉPOCA DE AMOSTR.	LUMINOSIDADE				
	100%	70%	40%	20%	7%
8° semana	A 0,31	A 0,33	A 0,32	A 0,25	A 0,25
12° semana	A 0,35	A 0,30	A 0,33	A 0,30	B 0,21
18° semana	A 0,30	A 0,29	A 0,31	A 0,29	B 0,19

(As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal não diferem entre si, ao nível de 95% de probabilidade)

Tabela 4.6 Valores médios da R/A de *Leucaena leucocephala* em função da intensidade luminosa e época de amostragem

ÉPOCA DE AMOSTR.	LUMINOSIDADE				
	100%	70%	40%	20%	7%
8° semana	A 0,3805	A 0,3942	A 0,4523	A 0,3987	A 0,3903
12° semana	A 0,6227	A 0,6487	A 0,6073	A 0,5685	B 0,4680
18° semana	A 0,9993	A 0,9236	B 0,8150	C 0,6883	D 0,5078

(As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal não diferem entre si, ao nível de 95% de probabilidade)

Uma importante adaptação de mudas crescidas na sombra é a mudança no padrão de desenvolvimento onde favorece uma maior parte aérea às expensas da raiz. Em mudas de *Pinus taeda* de 16 semanas este fato foi notado juntamente com uma maior fotossíntese por unidade de peso da biomassa seca total em relação a mudas crescidas no sol, quando testadas num gradiente crescente de luminosidade (BORMANN, 1958).

Em condições de alta luminosidade existem exemplos em que a proporção de assimilados partindo das folhas para o sistema radicular é maior à noite do que de dia (NELSON & GORHAM, 1957; TAN et alii, 1966). Contudo sob baixas condições de luz, com menos acumulação do excesso de carboidratos em folhas e caules, a translocação durante à noite é provável tornar-se menos importante do que durante o dia. Então pela redução do movimento durante à noite, o efeito da redução da intensidade de luz seria aumentar a proporção relativa de assimilados para a parte aérea (WARDLAW, 1968). Estes conceitos podem ajudar a esclarecer o fato de ter ocorrido as menores R/A para as três espécies quando houve um decréscimo na intensidade de luz (ver tabelas 4.4, 4.5 e 4.6).

Contrariamente, quando houve um aumento na luminosidade as R/A cresceram.

Nota-se que dentre as três espécies *L. leucocephala* apresentou, de um modo geral, as maiores R/A para todas luminosidades e idade da planta.

Por outro lado, houve constatação de nódulos de bactérias em suas raízes para todos os níveis de luz. Existe uma estimulação do transporte de assimilados para as raízes com nódulos de fixação de nitrogênio nas raízes do hospedeiro (PATE, 1966; GIBSON, 1966), o qual pode alterar ou não a R/A, dependendo de fatores associados a nodulação como a fertilidade e pH do solo (DUTT & PATHANIA, 1986; GARZA et alii, 1987).

Tratando-se de peso da biomassa seca ou verde, plantas com maior relação raiz/parte aérea têm maiores chances de sobrevivência (WALTERS & KOZAK, 1965; FAIRBAIRN & NEUSTEIN, 1970; INOUE, 1978). Então, por este parâmetro esperar-se-ia uma maior sobrevivência à céu aberto para as três espécies. Contudo, os valores da R/A não apresentaram diferenciação estatística na 18ª semana até o nível de 20% de luz para *S. parahyba*, e 70% de luz para *L. leucocephala*.

4.3 CRESCIMENTO EM ALTURA

4.3.1 *Peltophorum dubium*

O incremento em altura das plantas não foi uniforme durante a época de amostragem para todas luminosidades testadas. Na figura 4.4 está representado a altura em relação à idade da planta.

Nota-se que em cada época de amostragem não foi detectada diferença estatística nas alturas das plantas em relação aos tratamentos (tabela 4.7).

4.3.2 *Schizolobium parahyba*

Na tabela 4.8 observa-se na 8ª semana que não houve diferença em altura entre os níveis de luz. Para a 12ª semana a altura no nível de 20% foi diferente de 7% de luz, enquanto que na 18ª semana o nível de 70% diferiu dos níveis de 100%, 40% e 7% de luz.

Na figura 4.5 está representado a altura em relação à idade da planta. Nota-se que as curvas apresentaram um comportamento semelhante no decorrer do experimento, sendo que da 12ª a 18ª semana o crescimento à 70% igualou-se a 20% de luz.

4.3.3 *Leucaena leucocephala*

Na tabela 4.9 observa-se que na 8ª semana os valores em altura não diferiram estatisticamente nos diversos níveis de luz. Na 12ª e 18ª semana o nível de 7% foi distinto dos demais níveis de luz.

Na figura 4.6 verifica-se que o nível de 7% de luz sobressaiu-se no crescimento em altura, enquanto que nos demais houve uma tendência similar no desenvolvimento.

Tabela 4.7 Valores médios da altura (cm) de *Peltophorum dubium* em função da intensidade luminosa e época de amostragem

ÉPOCA DE AMOSTR.	LUMINOSIDADE				
	100%	70%	40%	20%	7%
8ª semana	A 7,2	A 7,0	A 6,9	A 7,1	A 7,0
12ª semana	A 7,9	A 7,8	A 8,0	A 7,9	A 8,1
18ª semana	A 8,7	A 8,4	A 8,7	A 8,7	A 8,5

(As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal não diferem entre si, ao nível de 95% de probabilidade)

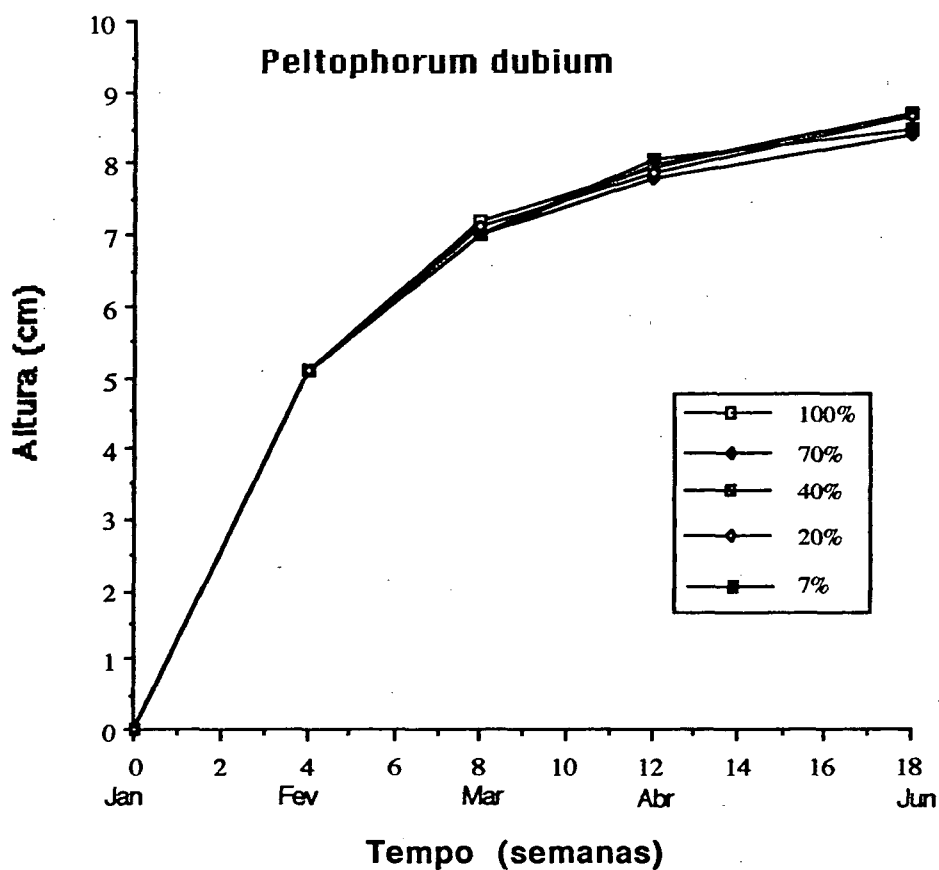


Figura 4.4 Crescimento em altura de *Peltophorum dubium* em função da intensidade luminosa e época de amostragem

Tabela 4.8 Valores médios da altura (cm) de *Schizolobium parahyba* em função da intensidade luminosa e época de amostragem

ÉPOCA DE AMOSTR.	LUMINOSIDADE				
	100%	70%	40%	20%	7%
8º semana	A 23,4	A 23,4	A 23,0	A 24,0	A 22,2
12º semana	A,B 27,7	A,B 27,5	A,B 28,6	A 29,3	B 26,7
18º semana	B 31,5	A 34,6	B 31,7	A,B 34,0	B 30,2

(As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal não diferem entre si, ao nível de 95% de probabilidade)

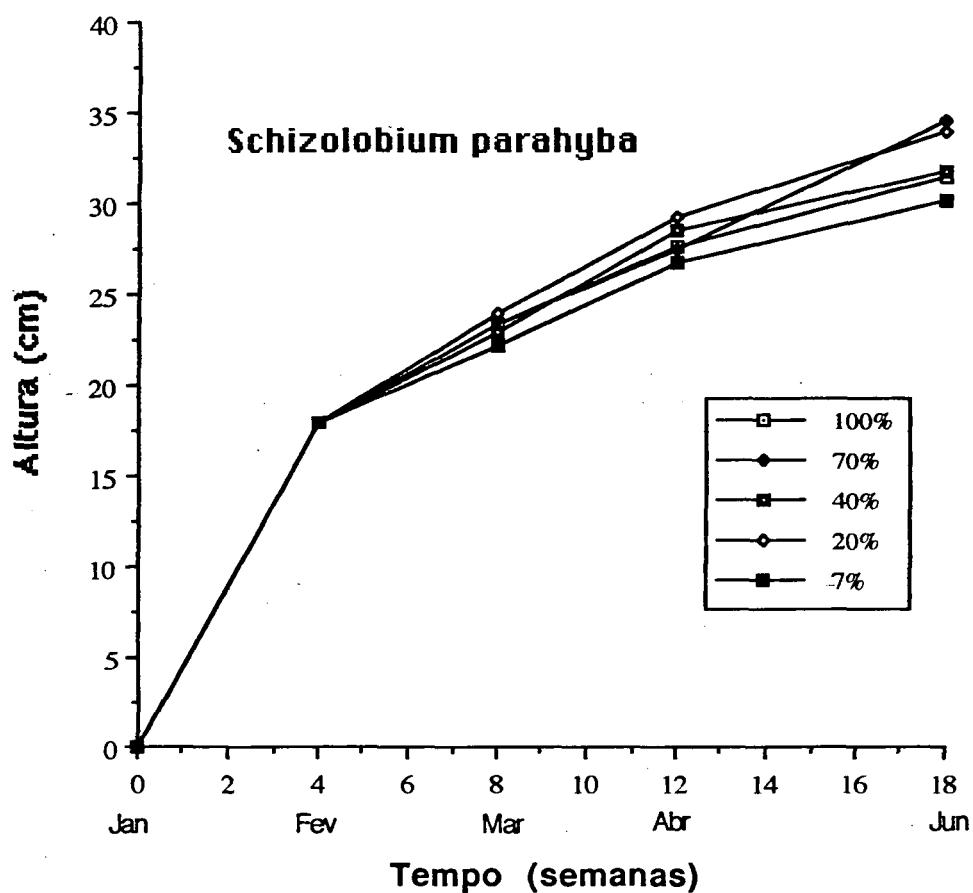


Figura 4.5 Crescimento em altura de *Schizolobium parahyba* em função da intensidade luminosa e época de amostragem

Tabela 4.9 Valores médios da altura (cm) de *Leucaena leucocephala* em função da intensidade luminosa e época de amostragem

ÉPOCA DE AMOSTR.	LUMINOSIDADE				
	100%	70%	40%	20%	7%
8ª semana	A 5,6	A 5,5	A 5,4	A 6,0	A 6,6
12ª semana	B 6,4	B 6,1	B 6,2	B 6,8	A 8,7
18ª semana	B 7,3	B 6,8	B 6,7	B 7,5	A 9,7

(As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal não diferem entre si, ao nível de 95% de probabilidade)

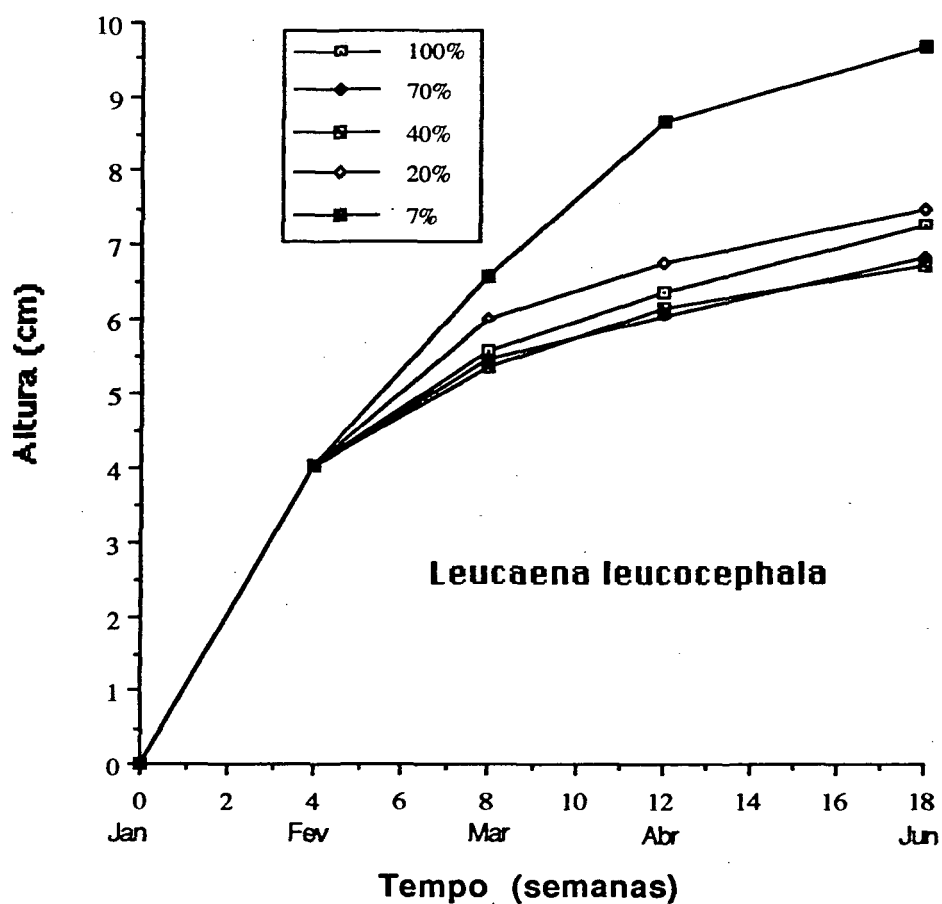


Figura 4.6 Crescimento em altura de *Leucaena leucocephala* em função da intensidade luminosa e época de amostragem

As espécies florestais podem reagir diversamente em seu crescimento sob diferentes condições de luminosidade. A um comparável melhor crescimento em altura não corresponde sempre um bom desempenho na produção de matéria seca (INOUE, 1978). Este fato foi exemplificado pela espécie *P. dubium* e *S. parahyba*, o qual em relação a luminosidade, praticamente não variaram em altura, porém o peso da biomassa seca total sofreu influência desse fator. Resultados similares, em relação ao crescimento em altura, foram encontrados para *Casuarina equisetifolia* (SHAFIQ et alii, 1974) e *Zeyhera tuberculosa* (ENGEL, 1989).

L. leucocephala apresentou uma maior altura no nível de menor luminosidade. Esta característica de crescer mais rapidamente em baixas condições de luminosidade é importante para sobrepujar a vegetação rasteira (SMITH, 1982). Comportamentos similares tiveram *Amburana cearensis* e *Tabebuia avellanadae* (ENGEL, 1989), *Dalbergia nigra* (REIS et alii, 1991), *Prunus brasiliensis* (STURION, 1980), *Cordia trichotoma* (Vell) Arrab e *Astronium fraxinifolium* (JESUS et alii, 1987), onde para essas espécies houve um aumento do crescimento em altura à medida que se diminuiu o grau de luminosidade. A capacidade de crescer rapidamente quando sombreadas é um mecanismo importante de adaptação da espécie, constituindo uma estratégia de escape a baixa intensidade luminosa. Esta adaptação a baixas intensidades luminosas parece ser uma característica genética (RAMANUJAM & JOS, 1984), o qual faz com que as folhas apresentem anatomia e propriedades fisiológicas que as capacitam a um uso efetivo da radiação solar disponível (BJORKMAN & HOLMGREN, 1963, COOMBS & HALL, 1982).

4.4 CRESCIMENTO EM DIÂMETRO

4.4.1 *Peltophorum dubium*

Observa-se na tabela 4.10. que o diâmetro do colo de *P. dubium* alcançou o maior valor à plena luz do dia na 8ª e 18ª semana. Nesses períodos, com valores inferiores, foram estatisticamente iguais os níveis de 70% e 40%. A partir daí, decresceu a níveis significativos à medida que se diminuiu a luminosidade. Na 12ª semana também houve superioridade à plena luz do dia

juntamente com os níveis de 70% e 40% de luz.

Na figura 4.7. observa-se uma nítida diferença entre o nível de 100% e o de 7% de luz. Nos níveis de 70% e 40% de luz as curvas se encontraram na 18ª semana.

4.4.2 *Schizolobium parahyba*

Verifica-se na tabela 4.11 que o diâmetro do colo de *S. parahyba*, dentro das épocas de amostragem apresentou uma tendência a valores superiores para os níveis de 100%, 70% e 40% da luz do dia. À medida que diminuiu a luminosidade houve queda significativa nos valores.

Observa-se na figura 4.8 que as curvas de crescimento em diâmetro nos níveis de 40% e 70% de luz se encontraram com o de 100% de luz na 18ª semana.

4.4.3 *Leucaena leucocephala*

Nota-se na tabela 4.12 que o diâmetro do colo de *L. leucocephala*, dentro das épocas de amostragem, apresentou uma tendência de maior desenvolvimento à plena luz do dia, decrescendo gradativamente conforme diminuía-se a intensidade de luz.

Na figura 4.9 nota-se que a curva do nível de 100% destacou-se dos demais níveis da 12ª para a 18ª semana.

Pesquisas têm demonstrado que em geral as mudas com maior diâmetro do colo apresentam uma maior sobrevivência do que as de pequeno diâmetro (STOECKELER & SLABAUGH, 1965).

Para as espécies *Theobroma cacao* (MURRAY & NICHOLS, 1966), *Dalbergia nigra* (REIS, 1991), *Amburana cearensis* e *Tabebuia avellanedae* (ENGEL, 1989), consideradas tolerantes à sombra, os maiores diâmetros foram obtidos com intensidades de 25% a 58% de luz. Já para as espécies *Erythrina speciosa* (ENGEL, 1989), e *Prunus brasiliensis* (STURION, 1980) o maior diâmetro foi obtido em altas intensidades de luz. No presente trabalho as três espécies apresentaram maiores diâmetros à 100% de luz indicando uma possível intolerância à sombra.

Tabela 4.10 Valores médios do diâmetro do colo (mm) de *Peltophorum dubium* em função da intensidade luminosa e época de amostragem

ÉPOCA DE AMOSTR.	LUMINOSIDADE				
	100%	70%	40%	20%	7%
8º semana	A 1,5	B 1,4	B 1,4	C 1,2	D 1,1
12º semana	A 2,1	A 2,1	A 2,0	B 1,8	C 1,4
18ª semana	A 2,9	B 2,6	B 2,6	C 2,3	D 1,7

(As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal não diferem entre si, ao nível de 95% de probabilidade)

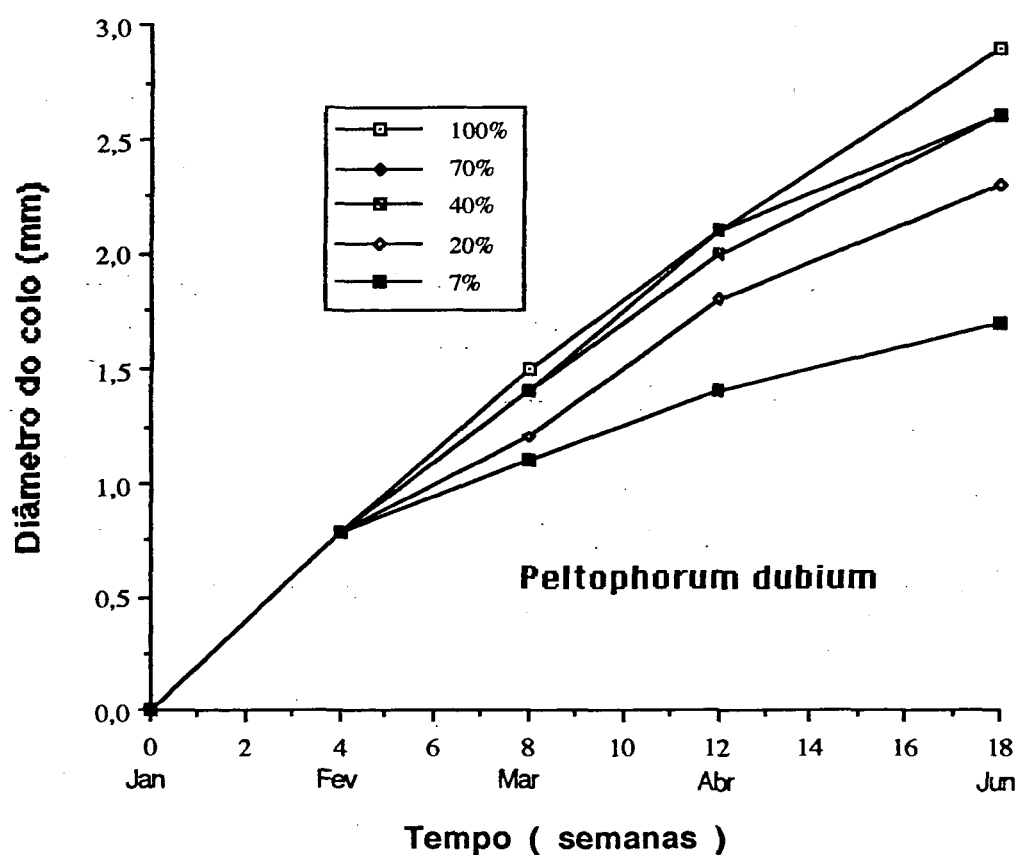


Figura 4.7 Crescimento em diâmetro de *Peltophorum dubium* em função da luminosidade e época de amostragem

Tabela 4.11 Valores médios do diâmetro do colo (mm) de *Schizolobium parahyba* em função da intensidade luminosa e época de amostragem

ÉPOCA DE AMOSTR.	LUMINOSIDADE				
	100%	70%	40%	20%	7%
8ª semana	A 5,4	A 5,2	A 5,1	B 4,8	C 4,4
12ª semana	A 6,7	B 6,3	B 6,1	C 5,7	D 4,7
18ª semana	A 7,0	A 6,9	A 6,9	B 6,3	C 5,0

(As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal não diferem entre si, ao nível de 95% de probabilidade)

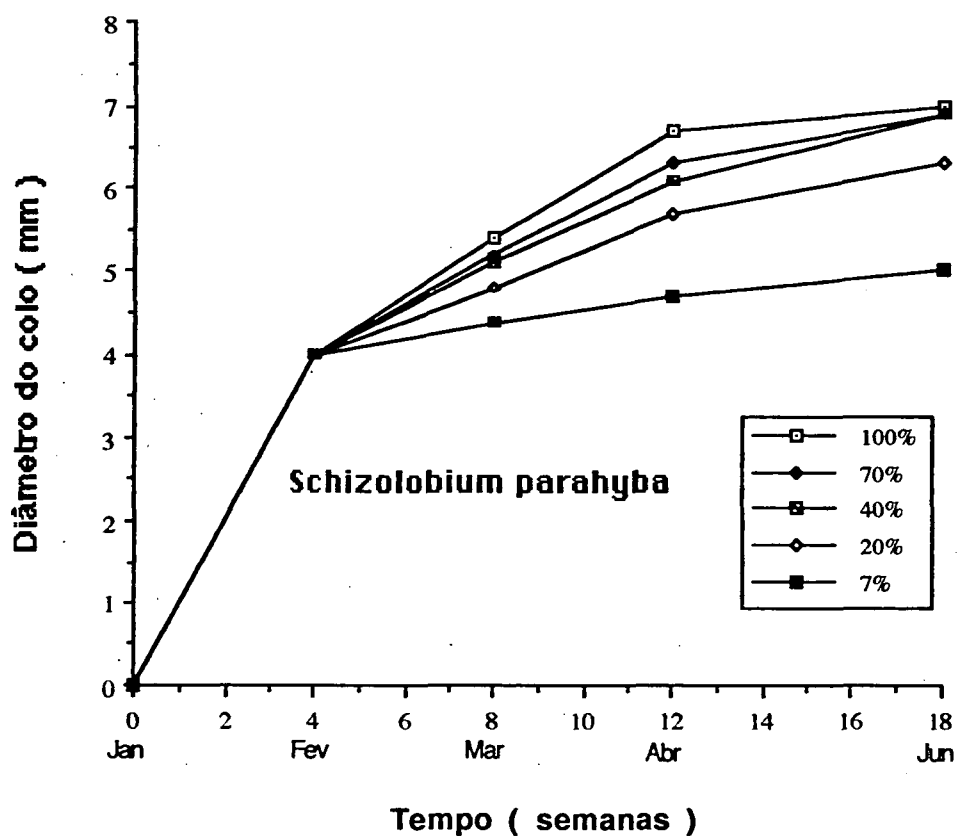


Figura 4.8 Crescimento em diâmetro de *Schizolobium parahyba* em função da luminosidade e época de amostragem

Tabela 4.12 Valores médios do diâmetro do colo (mm) de *Leucaena leucocephala* em função da intensidade luminosa e época de amostragem

ÉPOCA DE AMOSTR.	LUMINOSIDADE				
	100%	70%	40%	20%	7%
8ª semana	A 2,0	A,B 1,9	A,B 1,9	B 1,7	C 1,4
12ª semana	A 2,5	A 2,2	A 2,4	A 2,3	B 1,9
18ª semana	A 3,4	B 2,7	B,C 2,9	C,D 2,5	D 2,3

(As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal não diferem entre si, ao nível de 95% de probabilidade)

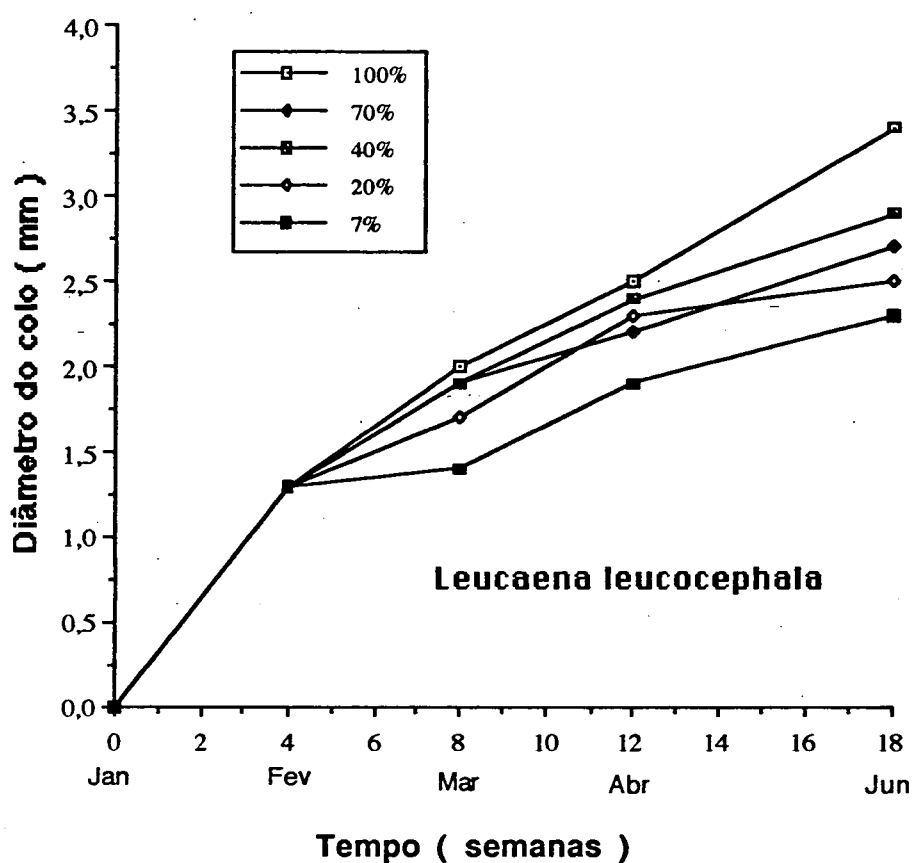


Figura 4.9 Crescimento em diâmetro de *Leucaena leucocephala* em função da intensidade luminosa e época de amostragem

4.5 PESO DA BIOMASSA SECA DAS FOLHAS, CAULE E RAIZ

4.5.1 *Peltophorum dubium*

Nota-se na tabela 4.13 que o peso da biomassa seca das folhas não apresentou diferença estatística do nível de 100% a 20% de luz na 12ª e 18ª semana das mudas. No peso da biomassa seca do caule e raiz verifica-se que houve uma tendência de maiores valores à plena luz do dia vindo a decair de maneira gradual à medida que se diminuía a luminosidade.

4.5.2 *Schizolobium parahyba*

Observa-se na tabela 4.14 que o peso da biomassa seca das folhas tendeu a apresentar uma similitude de valores do nível de 100% até o de 40% de luz, vindo a decair significativamente à medida que a luminosidade diminuía. No peso da biomassa seca do caule e raiz os maiores valores foram obtidos à plena luz do dia, decaindo significativamente com a diminuição da luminosidade, à exceção do nível de 70% e 40% de luz, para o peso da biomassa seca da raiz, que não diferiram estatisticamente na 12ª e 18ª semana.

4.5.3 *Leucaena leucocephala*

Verifica-se na tabela 4.15 que o peso da biomassa seca das folhas não apresentou diferença estatística do nível de 70% de luz para o mais baixo (7% de luz), enquanto que para o peso da biomassa seca do caule não houve diferença estatística nos níveis de 70% a 20% de luz. Para o peso da raiz, de uma maneira geral, nota-se que à plena luz o valor foi notoriamente superior, vindo a decair para os níveis intermédios de luz (70% a 20%), onde mantiveram uma certa uniformidade. Destes para o nível de 7% a queda foi mais acentuada.

Tabela 4.13 Valores médios do peso da biomassa seca de partes de *Peltophorum dubium* em função da intensidade luminosa e época de amostragem

ÉPOCA DE AMOST.	PARTES DA PLANTA (g)	LUMINOSIDADE				
		100%	70%	40%	20%	7%
8° sem.	FOLHA	0,0570 a	0,0514 ab	0,0491 ab	0,0441 b	0,0262 c
	CAULE	0,0392 a	0,0367 a	0,0307 b	0,0266c	0,0178 d
	RAIZ	0,0384 a	0,0326 a	0,0253 b	0,0196 b	0,0110c
12° sem.	FOLHA	0,1650a	0,1727 a	0,1483 a	0,1310 a	0,0754 b
	CAULE	0,1061 a	0,0997ab	0,0842 bc	0,0692 c	0,0395 d
	RAIZ	0,1130 a	0,0938 b	0,0798c	0,0611 d	0,0276 e
18°sem.	FOLHA	0,2272 a	0,2032 a	0,1827 a	0,1719 a	0,1091 b
	CAULE	0,2343 a	0,1991 b	0,1786 b	0,1404 c	0,0705d
	RAIZ	0,2208 a	0,1746 b	0,1442 c	0,1200 c	0,0463 d

(As médias seguidas pela mesma letra minúscula na horizontal não diferem entre si, ao nível de 95% de probabilidade)

Tabela 4.14 Valores médios do peso da biomassa seca de partes de *Schizolobium parahyba* em função da intensidade luminosa e época de amostragem

ÉPOCA DE AMOST.	PARTES DA PLANTA (g)	LUMINOSIDADE				
		100%	70%	40%	20%	7%
8° sem.	FOLHA	0,77 a	0,70 ab	0,66 ab	0,61 b	0,41 b
	CAULE	0,80 a	0,65 b	0,53 c	0,48 c	0,28 d
	RAIZ	0,48 a	0,44 a	0,38 b	0,27 c	0,17 d
12° sem.	FOLHA	1,09 a	1,15 a	1,07 a	0,84 b	0,50 c
	CAULE	1,57 a	1,35 b	1,15 c	0,77 d	0,44 e
	RAIZ	0,92 a	0,76 b	0,74 b	0,49 c	0,20 d
18°sem.	FOLHA	1,22 a	1,25 a	1,21 a	0,99 b	0,60 c
	CAULE	2,68 a	2,36 b	2,05 c	1,48 d	0,63 e
	RAIZ	1,18 a	1,05 b	1,00 b	0,72 c	0,23 d

(As médias seguidas pela mesma letra minúscula na horizontal não diferem entre si, ao nível de 95% de probabilidade)

Tabela 4.15 Valores médios do peso da biomassa seca de partes de *Leucaena leucocephala* em função da intensidade luminosa e época de amostragem

ÉPOCA DE AMOST	PARTES DA PLANTA (g)	LUMINOSIDADE				
		100%	70%	40%	20%	7%
8° sem.	FOLHA	0,0951 a	0,0661 b	0,0595 b	0,0637 b	0,0479 b
	CAULE	0,0468 a	0,0435 ab	0,0391 ab	0,0316 bc	0,0241 c
	RAIZ	0,0540 a	0,0432 ab	0,0446 ab	0,0380 b	0,0281 c
12° sem.	FOLHA	0,1772 a	0,1241 ab	0,1165 ab	0,1199 ab	0,0867 b
	CAULE	0,1165 a	0,0860 b	0,0796 b	0,0780 b	0,0430 c
	RAIZ	0,1829 a	0,1363 b	0,1191 b	0,1125c	0,0607 d
18° sem	FOLHA	0,1984 a	0,1309 a	0,1535 a	0,1296 a	0,1215 a
	CAULE	0,2242 a	0,1624 b	0,1644 b	0,1283 bc	0,0967 c
	RAIZ	0,4223 a	0,2709 b	0,2591 c	0,1775c	0,1108 d

(As médias seguidas pela mesma letra minúscula na horizontal não diferem entre si, ao nível de 95% de probabilidade)

Verifica-se nas tabelas 4.13, 4.14 e 4.15 que no peso da biomassa seca das folhas na 18° semana, para as três espécies, não houve uma variação substancial até o nível de 40% de luz. Resultados similares foram obtidos por LOGAN (1965) em ensaio com sombreamento de mudas de 5 anos de *Betula papyrifera* e *Betula alleghaniensis*. KOZLOWSKI (1971) classifica a primeira como intolerante à sombra e a segunda como intermediária.

Nota-se que o peso da biomassa seca do caule na 18° semana para as três espécies apresentou declínio nos valores à medida que se diminuiu a luminosidade. À resultados similares chegou LOGAN (1966a) em trabalho com sombreamento em mudas de 5 anos de *Larix laricina*, *Pinus banksiana*, *Pinus resinosa* e *Pinus strobus*. KOZLOWSKI (1971) classifica as duas primeiras como muito intolerante à sombra, a terceira como intolerante à sombra e a quarta como intermediária. Já para *Tilia americana*, espécie considerada como tolerante à sombra, LOGAN (1966b) observou que o peso da biomassa seca do caule não foi influenciado apreciavelmente em intensidades de luz entre 25% e 100% de luz, enquanto que mudas de *Ulmus americana* mostraram um

aumento no peso da biomassa seca do caule quando a intensidade de luz decresceu até 45%.

Observa-se que o peso da biomassa seca da raiz para as três espécies na 18ª semana declinou à medida que se diminuiu a luminosidade. À resultados semelhantes chegou KOZLOWSKI (1949) com mudas de 3 anos de *Pinus taeda*, considerada intolerante à sombra. Já para *Quercus lyrata* de mesma idade a variação para o peso de biomassa seca da raiz foi pequena em condições de plena luz e sombreamento.

4.6 RAZÃO ENTRE OS PESOS DA BIOMASSA SECA DAS FOLHAS (RF), CAULE (RC) E RAIZ (RR) E O PESO DA BIOMASSA SECA TOTAL

O termo razão entre o peso da biomassa seca das folhas (RF), caule (RC) e raiz (RR) e o peso da biomassa seca total será representada em termos de porcentagem.

4.6.1 *Peltophorum dubium*

Observa-se na tabela 4.16 e figura 4.10 que de um modo geral, a RF, quando analisada dentro de cada época de amostragem, apresentou uma tendência acumulativa maior para os níveis mais inferiores de luz, mais especificamente no nível de 7% da luz do dia. Dentro de cada nível de luz nota-se de maneira geral que até a-12ª semana os valores pouco se alteraram, vindo a decair na 18ª semana. No nível de 7% houve uma manutenção dos valores até a 18ª semana.

Nota-se na tabela 4.17 e figura 4.10 que a RC, quando analisada dentro de cada época de amostragem, não apresentou diferenças significativas para as médias, nos níveis de luz testados, na 8ª e 12ª semana. Já na 18ª semana, nos níveis mais altos de luz (100%, 70% e 40%), a RC foi maior do que o nível de 7% de luz. Dentro de cada nível de luz (colunas) observa-se que os valores

acresceram de 100% a 40%, enquanto que nos níveis mais baixos de luz (20% e 7%) os valores praticamente não se alteraram.

Tabela 4.16 Valores médios da razão entre o peso da biomassa seca das folhas e o peso da biomassa seca total (RF) de *Peltophorum dubium* em função da intensidade luminosa e época de amostragem

ÉPOCA DE AMOSTR.	LUMINOSIDADE				
	100%	70%	40%	20%	7%
8º semana	B 42%	B 43%	A 47%	A 49%	A 48%
12º semana	B 43%	A,B 47%	A,B 47%	A,B 50%	A 53%
18º semana	C 33%	C 35%	C 36%	B 40%	A 48%

(As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal não diferem entre si, ao nível de 95% de probabilidade).

Verifica-se na tabela 4.18 e figura 4.10 que a RR em geral , quando analisada dentro de cada época de amostragem, à plena luz do dia não diferiu do nível de 70% de luz, enquanto este por sua vez não diferiu dos níveis de 40% e 20% de luz, decaindo significativamente para o nível mais baixo de luz. Dentro de cada nível de luz, de maneira geral, houve pequenos acréscimos nos valores para a 18º semana.

Tabela 4.17 Valores médios da razão entre o peso da biomassa seca do caule e o peso da biomassa seca total (RC) de *Peltophorum dubium* em função da intensidade luminosa e época de amostragem

ÉPOCA DE AMOSTR.	LUMINOSIDADE				
	100%	70%	40%	20%	7%
8º semana	A 29%	A 30%	A 29%	A 29%	A 32%
12º semana	A 28%	A 27%	A 27%	A 27%	A 28%
18º semana	A,B 35%	A,B 35%	A 36%	B,C 32%	C 31%

(As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal não diferem entre si, ao nível de 95% de probabilidade)

Tabela 4.18 Valores médios da razão entre o peso da biomassa seca da raiz e o peso da biomassa seca total (RR) de *Peltophorum dubium* em função da intensidade luminosa e época de amostragem

ÉPOCA DE AMOSTR.	LUMINOSIDADE				
	100%	70%	40%	20%	7%
8ª semana	A 29%	A 27%	B 24%	B,C 22%	C 20%
12ª semana	A 29%	A,B 26%	A,B 26%	B 23%	C 19%
18ª semana	A 32%	A,B 30%	B 28%	B 28%	C 21%

(As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal não diferem entre si, ao nível de 95% de probabilidade)

4.6.2 *Schizolobium parahyba*

A RF, quando analisada por época de amostragem (Tabela 4.19 e figura 4.11), apresentou tendências acumulativas maiores para os níveis mais baixos de luz (7% e 20%). Esta tendência foi evidenciada na 12ª e 18ª semana. Dentro de cada nível de luz (colunas) os valores decresceram para a 18ª semana em todos os níveis de luz.

Tabela 4.19 Valores médios da razão entre o peso da biomassa seca da folha e o peso da biomassa seca total (RF) de *Schizolobium parahyba* em função da intensidade luminosa e época de amostragem

ÉPOCA DE AMOSTR.	LUMINOSIDADE				
	100%	70%	40%	20%	7%
8ª semana	C 38%	B,C 39%	A,B,C 42%	A,B 45%	A 48%
12ª semana	D 30%	C 35%	C 36%	B 40%	A 44%
18ª semana	D 24%	C 27%	C 28%	B 31%	A 41%

(As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal não diferem entre si, ao nível de 95% de probabilidade)

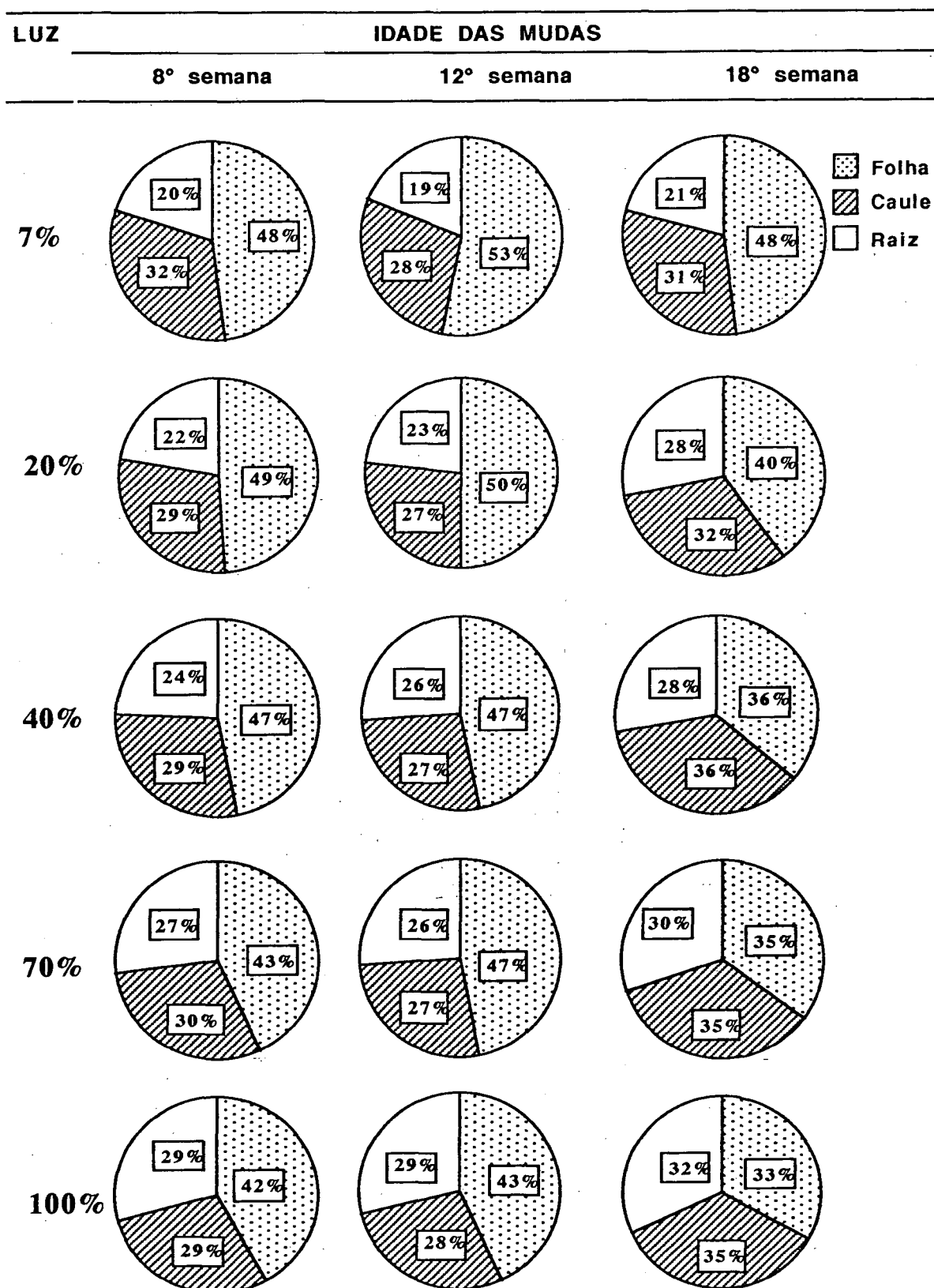


Figura 4.10. Razão entre os pesos da biomassa seca das folhas (RF), caule (RC) e raiz (RR) e o peso da biomassa seca total de *Peltophorum dubium* em função da intensidade luminosa e época de amostragem

A RC, quando analisada dentro das épocas de amostragem (tabela 4.20 e figura 4.11), apresentou uma tendência de decréscimo do nível mais alto de luz (100%) para o mais baixo (7%). Dentro de cada nível de luz (colunas) os valores cresceram para a 18ª semana em todos os níveis de luz.

Observa-se na tabela 4.21 e figura 4.11 que em geral os valores da RR, quando analisada por época de amostragem, não apresentaram diferença estatística do nível de 100% até 20% de luz, diferindo significativamente de 7% de luz na 12ª e 18ª semana. Dentro de cada nível de luz (colunas) nota-se que os valores pouco se alteraram de 100% a 20% de luz, enquanto no nível de 7% de luz houve um decréscimo na RR.

Tabela 4.20 Valores médios da razão entre o peso da biomassa seca do caule e o peso da biomassa seca total (RC) de *Schizolobium parahyba* em função da intensidade luminosa e época de amostragem

ÉPOCA DE AMOSTR.	LUMINOSIDADE				
	100%	70%	40%	20%	7%
8ª semana	A 39%	A 36%	A 34%	A 35%	A 32%
12ª semana	A 44%	B 42%	C 39%	C 37%	C 39%
18ª semana	A 53%	A,B 51%	B,C 48%	C 46%	D 43%

(As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal não diferem entre si, ao nível de 95% de probabilidade)

Tabela 4.21 Valores médios da razão entre o peso da biomassa seca da raiz e o peso da biomassa seca total (RR) de *Schizolobium parahyba* em função da intensidade luminosa e época de amostragem

ÉPOCA DE AMOSTR.	LUMINOSIDADE				
	100%	70%	40%	20%	7%
8ª semana	A 23%	A 25%	A 24%	A 20%	A 20%
12ª semana	A 26%	A 23%	A 25%	A 23%	B 17%
18ª semana	A 23%	A 22%	A 24%	A 23%	B 16%

(As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal não diferem entre si, ao nível de 95% de probabilidade)

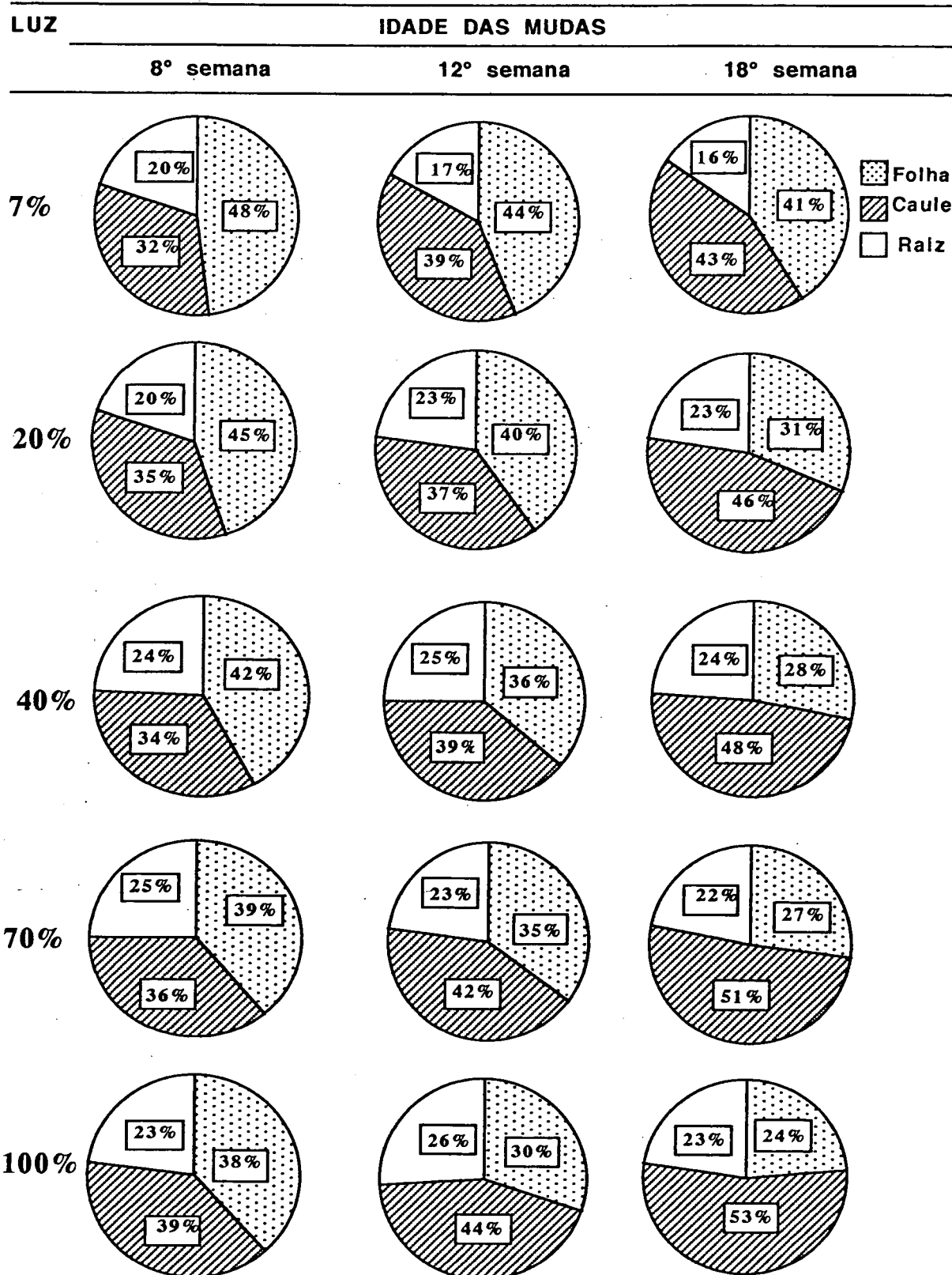


Figura 4.11. Razão entre os pesos da biomassa seca das folhas (RF), caule (RC) e raiz (RR) e o peso da biomassa seca total de *Schizolobium parahyba* em função da luminosidade e época de amostragem

4.6.3 *Leucaena leucocephala*

A RF quando observada em cada época de amostragem (tabela 4.22 e figura 4.12), não apresentou diferença estatística entre os níveis de luz na 8ª semana. Esta tendência foi se modificando para os níveis mais baixos de luz, onde na 12ª e 18ª semana o nível de 7% de luz alcançou a maior razão. Dentro de cada nível de luz (colunas) os valores decaíram para a 18ª semana nos diferentes níveis de luz.

Tabela 4.22 Valores médios da razão entre o peso da biomassa seca das folhas e o peso da biomassa seca total (RF) de *Leucaena leucocephala* em função da intensidade luminosa e época de amostragem

ÉPOCA DE AMOSTR.	LUMINOSIDADE				
	100%	70%	40%	20%	7%
8ª semana	A 49%	A,B 43%	B 42%	A 48%	A 48%
12ª semana	B 37%	B 36%	B 37%	B 39%	A 45%
18ª semana	C 24%	C 23%	B,C 27%	B 30%	A 37%

(As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal não diferem entre si, ao nível de 95% de probabilidade)

A RC, quando analisada dentro de cada época de amostragem (tabela 4.23 e figura 4.12), não apresentou diferenciação estatística nos diferentes níveis de luz testados. Dentro de cada nível de luz (colunas) nos níveis mais baixos de luz (20% e 7%) os valores apresentaram um aumento gradual, enquanto que nos demais houve uma tendência a não alteração para a 18ª semana.

Na tabela 4.24 e figura 4.12, observa-se que a RR não apresentou diferença estatística na 8ª semana nos diferentes níveis de luz. Na 12ª semana os níveis de 100% a 20% de luz diferiram da luminosidade mais baixa (7%), enquanto que na 18ª semana houve um decréscimo gradual desde à plena luz do dia até o nível de 7% de luz. Dentro de cada nível de luz (colunas) os valores cresceram para a 18ª semana em todos os níveis de luz.

Tabela 4.23 Valores médios da razão entre o peso da biomassa seca do caule e o peso da biomassa seca total (RC) de *Leucaena leucocephala* em função da intensidade luminosa e época de amostragem

ÉPOCA DE AMOSTR.	LUMINOSIDADE				
	100%	70%	40%	20%	7%
8ª semana	A 24%	A 29%	A 27%	A 24%	A 24%
12ª semana	A 24%	A 25%	A 25%	A 25%	A 23%
18ª semana	A 26%	A 29%	A 28%	A 29%	A 29%

(As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal não diferem entre si, ao nível de 95% de probabilidade)

Tabela 4.24 Valores médios da razão entre o peso da biomassa seca da raiz e o peso da biomassa seca total (RR) de *Leucaena leucocephala* em função da intensidade luminosa e época de amostragem

ÉPOCA DE AMOSTR.	LUMINOSIDADE				
	100%	70%	40%	20%	7%
8ª semana	A 27%	A 28%	A 31%	A 28%	A 28%
12ª semana	A 39%	A 39%	A 38%	A 36%	B 32%
18ª semana	A 50%	A 48%	B 45%	C 41%	D 34%

(As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal não diferem entre si, ao nível de 95% de probabilidade)

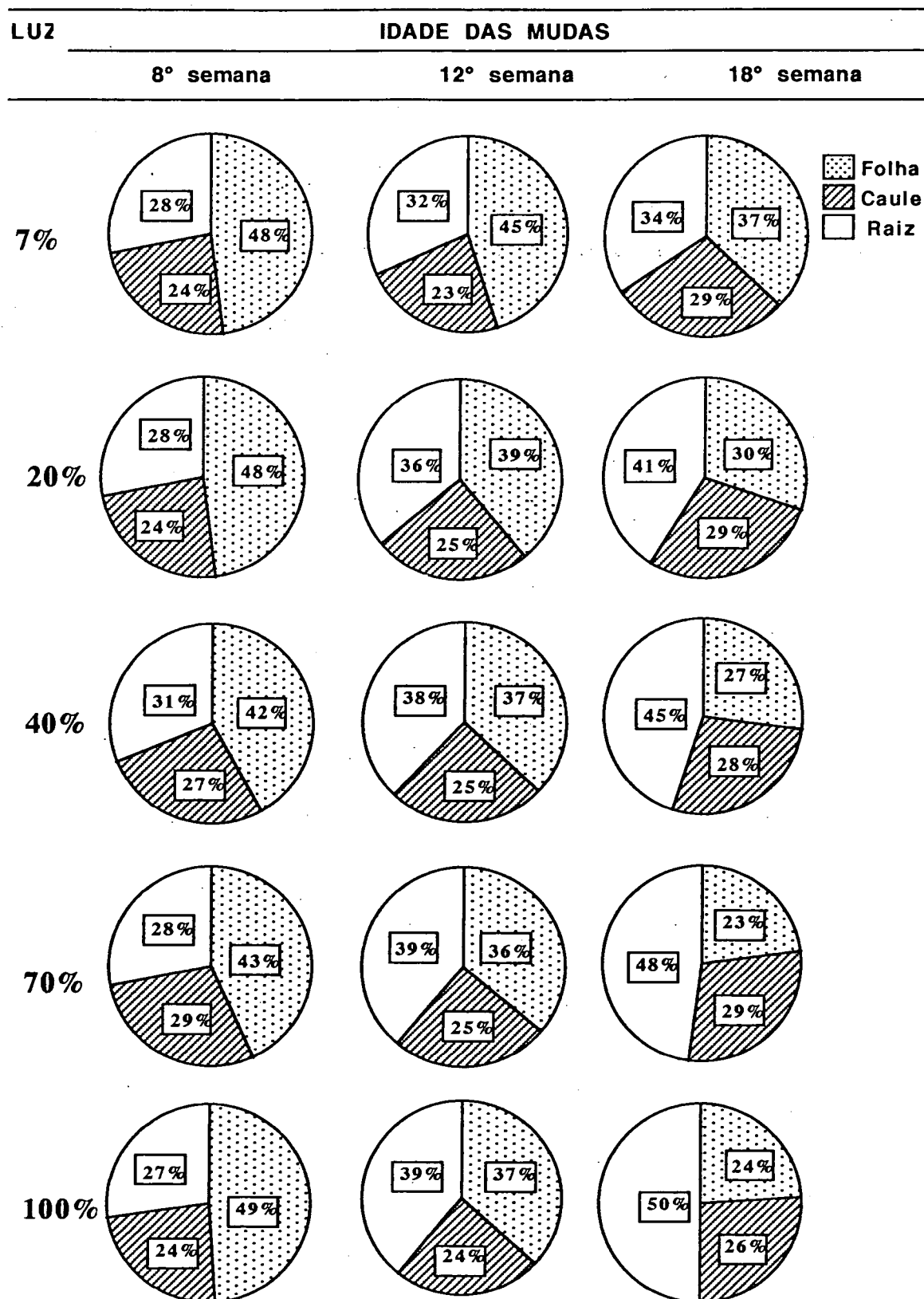


Figura 4.12 Razão entre os pesos da biomassa seca das folhas (RF), caule (RC) e raiz (RR) e o peso da biomassa seca total de *Leucaena leucocephala* em função da intensidade luminosa e época de amostragem

De maneira geral, para as três espécies, a RF (figuras 4.10, 4.11 e 4.12) diminuiu à medida que se aumentou a luminosidade e idade das mudas. BORMANN (1958) observou que as espécies de sol apresentam em condições de sombreamento mais intenso modificações no padrão de desenvolvimento, que permitiria uma maior incidência de luz que alcançam os cloroplastos, e no investimento de maior proporção do peso da biomassa seca em folhas.

Contudo, o decréscimo na RF, tanto pelo aumento da luminosidade como para a idade da muda, aconteceu de uma maneira mais suave para *P. dubium* em comparação com *S. parahyba* e *L. leucocephala*, que tiveram um comportamento parecido.

Nota-se também que *P. dubium* foi a única espécie, no nível de 7% de luz, de cujos valores da RF não se alteraram durante as amostragens. O fato de manter uma alta proporção de biomassa foliar, de acordo com LUGO (1970), associados a um desenvolvimento mais lento em peso da biomassa seca total em relação as outras duas espécies (GRIME, 1982) podem sugerir uma tolerância à sombra superior para *P. dubium* em comparação com *S. parahyba* e *L. leucocephala*.

Para *L. leucocephala*, a queda da RF no decorrer do experimento para todos os níveis de luz, deveu-se principalmente a um maior acúmulo de fotossintatos para a raiz e caule do que para a folha, que aumentou pouco em peso da 12ª para a 18ª semana (tabela 4.15, pág. 36).

Entretanto, para *S. parahyba* a queda na RF no decorrer do experimento, nos diferentes níveis de luz foi ocasionado principalmente por um maior aumento no peso da biomassa seca do caule (tabela 4.14, pág.35). Porém, nota-se também que o acréscimo do peso seca foliar não apresentou grandes variações da 12ª para a 18ª semana.

O fato de *S. parahyba* e *L. leucocephala* terem apresentado pouca variação no peso da biomassa seca das folhas pode ser explicado em parte pela abscisão das folhas, notado com maior frequência no viveiro em meados do outono.

Nas árvores tropicais ocorre uma variedade de padrões de abscisão e renovação de folhas. Em numerosas espécies nativas, especialmente certos membros das leguminosas apresentam uma queda estacional das folhas (KOZLOWSKI, 1971). Já ALVIM (1964) observou que em latitudes tropicais com diferenças estacionais no comprimento do dia a abscisão foliar ocorreu de maneira geral em dias curtos.

Na RC nota-se, para as três espécies na 18ª semana (figuras 4.10, 4.11 e 4.12), que os maiores valores foram obtidos nos níveis mais altos de luz (100% e 70%), porém os valores da RC não diferiram em todos os níveis de luz na espécie *L.leucocephala*.

Na RR verifica-se que em geral para as espécies em estudo houve um acréscimo nos valores à medida que se aumentou a luminosidade, especialmente do nível de 7% de luz para os demais. As mudas crescidas na sombra apresentam uma adaptação na direção de uma maior parte aérea às expensas do crescimento da raiz (BORMANN, 1958; GRIME, 1982).

Contudo, para este parâmetro, é notório um maior desvio de fotossintatos para a raiz na espécie *L.leucocephala* em todos os níveis de luz testados.

FRIEND et alii (1988) em estudo com mudas de *Leucaena leucocephala*, variedades selvagem (K63) e gigante (K8), observaram que a razão peso da biomassa seca da folha/peso da biomassa seca total (RF) e peso da biomassa seca do caule/peso da biomassa seca total (RC) foram, de maneira geral, decrescentes, à medida que se aumentou as condições de luminosidade, enquanto que a razão peso da biomassa seca da raiz/peso da biomassa seca total (RR) ascendeu. No presente estudo a RR também ascendeu, a RF decresceu, porém a RC manteve-se constante dentro de cada época de amostragem para todos os níveis de luz na 18ª semana.

FERREIRA (1977) em trabalho realizado com sombreamento de *Peltophorum dubium* (5,5 meses) e *Schizolobium parahyba* (2 meses) observou que a RF para as duas espécies foram maiores à 30% de luz do que a 100% de luz, enquanto que para ambas os valores da RR foram menores a 30% de luz do que a 100% de luz. No presente trabalho esta tendência manteve-se, quando se compararam os níveis de 100% e 20% de luz na 18ª semana.

De forma semelhante, CLOUGH et alii (1979) em ensaio com estacas de *Solanum dulcamara* L. enraizadas nas mesmas condições ambientais, e posteriormente metade delas colocadas a 100% de luz e outra metade a 4% de luz, por um período de 4 semanas, constatou que os valores da RF foram maiores a 4% de luz do que 100% de luz, enquanto que os valores da RR foram maiores a 100% de luz do que 4% de luz.

Quanto a distribuição de biomassa, quando se compararam as três espécies no nível de 100% de luz na 18ª semana (figuras 4.10, 4.11 e 4.12), nota-se que em *P. dubium* os valores da RF, da RC e da RR foram semelhantes.

Já em *S. parahyba* verifica-se um maior aumento no peso da biomassa seca do caule, apresentando as folhas e raiz pesos equivalentes, enquanto que em *L. leucocephala* houve um maior aumento no peso da raiz e pesos similares para as folhas e caule.

Estes fatos sugerem existir uma estratégia própria na alocação dos fotossintatos para as diversas partes da planta os quais determinam seu poder de competir por luz e nutrientes do solo dentro de uma floresta.

Por outro lado, as três espécies na fase de viveiro apresentaram um melhor crescimento em condições de plena luz, o que a princípio poderia ser recomendado nesta fase em termos de peso de biomassa seca total, altura e diâmetro do colo.

Sugere-se como estudos posteriores o plantio puro destas espécies à céu aberto em diferentes espaçamentos juntamente com métodos de melhoramento genético.

Outra linha de pesquisa seria no sentido de utilizar estas espécies em plantios mistos na fase inicial, visto que apresentaram características de pioneiras, tutorando espécies clímaxes ou secundárias iniciais.

4. CONCLUSÕES

No final do experimento as três espécies apresentaram os seguintes comportamentos em relação aos parâmetros de crescimento:

- Peso da biomassa seca total: as espécies *Peltophorum dubium*, *Schizolobium parahyba* e *Leucaena leucocephala* apresentaram os maiores valores à plena luz do dia (100% de luz), diferindo estatisticamente dos demais tratamentos de luz. Contudo *Leucaena leucocephala* foi a espécie que teve um maior decréscimo proporcional no peso da biomassa seca quando passou-se do nível de 100% para 70% de luz;
- Relação entre o peso da biomassa seca da raiz e o peso da biomassa seca aérea: os maiores valores para as mudas das três espécies foram obtidos à 100% de luz, no entanto não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos de 100% e 20% de luz para *Schizolobium parahyba* e entre 100% e 70% de luz para a espécie *Leucaena leucocephala* ;
- Altura: o crescimento em altura para as mudas de *Peltophorum dubium* e *Schizolobium parahyba* praticamente não se alteraram nos diferentes níveis de luz, enquanto que na espécie *Leucaena leucocephala* somente no nível de 7% de luz houve diferenciação estatística para mais dos demais tratamentos de luz em virtude de estiolamento nas mudas;
- Diâmetro do colo: os maiores valores para as três espécies foram obtidos a 100% de luz, no entanto nas mudas de *Schizolobium parahyba* não houve diferença estatística entre os tratamentos de 100% e 20% de luz;
- Peso da biomassa seca das folhas: os maiores valores não diferiram estatisticamente entre os tratamentos de 100% e 20% de luz para *Peltophorum dubium* , entre 100% e 40% de luz para *Schizolobium parahyba*, e entre 100% e 7% de luz para *Leucaena leucocephala*.;

- Peso da biomassa seca do caule: os maiores valores para *Peltophorum dubium*, *Schizolobium parahyba* e *Leucaena leucocephala* foram obtidos no tratamento de 100% de luz, o qual diferiu estatisticamente dos demais níveis de luz para todas as espécies;
- Peso da biomassa seca da raiz: os maiores valores para *Peltophorum dubium*, *Schizolobium parahyba* e *Leucaena leucocephala* ocorreram no tratamento de 100% de luz, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos de luz para todas as espécies;
- Razão entre o peso da biomassa seca das folhas e o peso da biomassa seca total: os maiores valores para *Peltophorum dubium*, *Schizolobium parahyba* e *Leucaena leucocephala* foram obtidos no nível mais baixo de luz (7%). No nível de 7% de luz, durante as três amostragens, a espécie *Peltophorum dubium* foi a única que não alterou os valores desta razão;
- Razão entre o peso da biomassa seca do caule e o peso da biomassa seca total: os maiores valores não diferiram estatisticamente entre os tratamentos de 100% e 40% de luz para *Peltophorum dubium* e *Schizolobium parahyba*, e entre 100% e 7% de luz para *Leucaena leucocephala* ;
- Razão entre o peso da biomassa seca da raiz e o peso da biomassa seca total: os maiores valores não diferiram estatisticamente entre os tratamentos de 100% e 70% de luz para *Peltophorum dubium* e *Leucaena leucocephala* e entre 100% e 20% de luz para *Schizolobium parahyba*.
- De uma maneira geral em decorrência dos resultados obtidos nesta pesquisa poderia sugerir-se para *Peltophorum dubium*, *Schizolobium parahyba* e *Leucaena leucocephala* o cultivo das mudas no viveiro à pleno sol. Contudo foram obtidos resultados satisfatórios até o nível de 40% de luz.

SUMMARY

The thesis had the objective to evaluate the adaptation capacity of three forest species during the juvenile growth under luminosity levels of 100% (full light), 70%, 40%, 20% and 7%. The species studied were: *Peltophorum dubium* (Sprangel) Taubert - "canafístula" -; *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake - "guapuruvu" - and *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit - "leucena" -. The seedlings were cultivated in plastics bags aerified of black pigmentation and the substrate utilized constituted of organic soil and sand (3:1). The experimental design was randomized complete block with three replications. The experiment was evaluated in three distinct stages, namely: 8° week, 12° week and 18° week. The parameters analysed were: total dry weight (BT), leaf, stem and root dry weight, height, collar diameter, ratio root /stem dry weight (R/A), ratio leaf /total dry weight (RF), ratio stem /total dry weight (RC) and ratio root /total dry weight (RR). With regard to the BT, stem and root dry weight the three species presented higher average in the 18° week at the light level of 100%. Light intensities influenced height growth of *L. leucocephala* and leaf dry weight of *S. parahyba* and *P. dubium*. The higher averages of the collar diameter in the 18° week to the three species were attained at the light level of 100%, however in *S. parahyba* and *P. dubium*, the results at full light were not statistically different at the light levels of 70% and 40%. With regard to the R/A, RR and RR to the three species, the lower averages at the R/A and RR and higher at the RF were attained at the lowest ones light level (7%). The diversés light intensities influenced the RC of *S. parahyba* and *P. dubium*. It can be concluded that the regeneration of the three species may be conducted under full light, however this essences presented fair growth rate at the light level of 40%.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 AGRAWAL, A. et. alii. *Leucaena leucocephala* (Subabul) as an economic pulpwood. The Indian Forester, 111(7): 505-16, 1985.
- 2 ALVIM, P.T. Tree growth periodicity in tropical climates. In: ZIMMERMANN, M.H.Z. The formation of wood in forest trees. New York, Academic Press, 1964. p. 479-96.
- 3 BAZZAZ, F.A. The physiological ecology of plant succession. Annual review of ecology and systematics, 10: 351-71, 1979.
- 4 BAZZAZ, F.A. & PICKETT, S.T.A. Physiological ecology of tropical succession: a comparative review. Annual review of ecology and systematics, 11 : 287-310, 1980.
- 5 BIANCHETTI, A. & RAMOS, A. Quebra de dormência de sementes de guapuruvu (*Schizolobium parahyba* (Vellozo) Blake). Boletim de Pesquisa Florestal, 3: 69-76, 1981.
- 6 BIANCHETTI, A.; RAMOS, A. Quebra de dormência de sementes de canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng) Taubert). Boletim de Pesquisa Florestal, (3:) 87-91, 1981.
- 7 BJORKMAN, D. & HOLMGREN, P. Adaptability of the photosynthetic apparatus to light intensity in ecotypes from exposed and shaded habitats. Physiologia Plantarum, 16: 889-915, 1963.
- 8 BLACKMAN, G.E. The application of the concepts of growth analysis to the assessment of productivity. In : SYMPOSIUM ON FUNCTIONING OF TERRESTRIAL ECOSYSTEMS AT THE PRIMARY PRODUCTION LEVEL, Copenhagen, 1965. Proceedings. Paris, UNESCO, 1968. p.243-59.
- 9 BLACKMAN, G.E. & WILSON, G.L. Physiological and ecological studies in the analysis of plant environment.: 4 - the constancy for different species of a logarithmic relationship between net assimilation rate and light intensity and its ecological significance. Annals of Botany, 15: 63-94, 1951.
- 10 BOGDAN, A.V. Tropical pasture and fodder plants: grasses and legumes. London, Logman, 1977. 475 p.
- 11 BÖHNING, R.H. & BURNSIDE, C.A. The effect of light intensity on rate of apparent photosynthesis in leaves of sun and shade plants. American Journal of Botany, 43: 557-61, 1956.
- 12 BORMANN, F.H. The relationships of ontogenetic development and environmental modification to photosynthesis in *Pinus taeda* seedlings.

- 12 BORMANN, F.H. The relationships of ontogenetic development and environmental modification to photosynthesis in *Pinus taeda* seedlings. In: KENNETH V. THIMANN. The physiology of forest trees. New York, Ronald Press, 1958. p. 197-215.
- 13 BREWBAKER, J.C. Guide to the systematics of genus *Leucaena* (*Mimosaceae*). Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1978. 16 p.
- 14 BUDOWSKI, G. Distribution of tropical American rain forest species in the light of successional processes. Turrialba, 15(1): 40-2, 1965.
- 15 CARDOSO, E.P. *Leucaena*, a leguminosa do futuro. A Granja, 36(395): 28-36, 1980.
- 16 CLOUGH, J.M.; ALBERTE, R.S. & TEERI, J.A. Photosynthetic adaptation of *Solanum dulcamara* L. to sun and shade environments.: 2 - physiological characterization of phenotypic response to environment. Plant physiology, 64 (1): 25-30, 1979.
- 17 COOKSLEY, D.G. Growing and grazing *Leucaena*. Queensland Agricultural Journal, 100 (7): 258 - 61, 1974.
COOMBS, J. & HALL, P.O. Techniques in bioproductivity and photosynthesis. Oxford, Pergamon Press, 1982. 191p.
- 18 CORREA, M.P. Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. Volume III. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura - Serviço de Informação Agrícola, 1952. v.3.
- 19 CURRAN Jr., H.M. Giant Ipil-ipil the super marvelous miracle tree. s.l., s. ed., 1976. 6p.
- 20 DANIEL, T.W.; HELMS, J.A. & BAKER, F.S. Princípios de silvicultura. México, McGraw-Hill, 1979. 492p.
- 21 DENSLOW, J.S. Gap partitioning among tropical rain forest trees. Biotropica, 12: 47-55, 1980.
- 22 DUTT, A.K. & PATHANIA, U. Effects of nitrogen and phosphorus on seedling growth and nodulation in *Leucaena*. Leucaena Research reports, 7: 38-41, 1986.
- 23 ENGEL, V.L. Influência do sombreamento sobre o crescimento de mudas de essências nativas, concentração de clorofila nas folhas e aspectos de anatomia. Piracicaba, 1989. 202p. (Diss. - Mestrado-ESALQ).
- 24 FAIRBAIRN, W.A. & NEUSTEIN, S.A. Study of response of certain coniferous species to light intensity. Forestry, 43(1): 57-71, 1970.

- 25 FERREIRA, M.G.M. Efeito do sombreamento na produção de mudas de quatro espécies florestais nativas. Viçosa, 1977. 42p. (Diss.-Mestrado-UFV).
- 26 FONSECA, A.G. et alii. Efeito do sombreamento, do tamanho e peso de sementes, na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden e no seu crescimento inicial no campo. Revista Árvore, 3(2): 145-159, 1979.
- 27 FRIEND, D.J.C.; PERRY, M.H & YAMAMOTO, H.Y. Shade adaptation of photosynthesis and growth of seedlings of wild and giant cultivars of *Leucaena leucocephala*. Leucaena Research Reports, 9: 115-122, 1988.
- 28 GALVÃO, F. Variação sazonal da fotossíntese líquida e respiração de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart., *Ilex paraguariensis* St. Hil e *Podocarpus lambertii* Kl. em função da intensidade luminosa e temperatura. Curitiba, 1986. 116p. (Tese - Doutorado - UFPR).
- 29 GARZA, H.; VALDES, M. & AGUIRRE, J.F. Effect of rhizobium strains, phosphorus and growth of *L. leucocephala*. Leucaena research reports, 8: 42-43, 1987.
- 30 GIBSON, A. H. The carbohydrate requirements for symbiotic nitrogen fixation: an whole-plant growth analysis approach. Australian Journal of Biological Science, 19: 499 - 515, 1966.
- 31 GOULET, F. & BELEFLEUR, P. Leaf morphology plasticity in response to light environment in deciduous tree species and its implication on forest succession. Canadian Journal of Forest Research, 16(6): 1192 - 5, 1986.
- 32 GRIME, J.P. Estratégias de adaptación de las plantas y procesos que controlam la vegetación. México, Editorial Limasa, 1982. 291p.
- 33 INOUE, M.T. Fundamentos ecofisiológicos para a silvicultura de Cedrela spp.. Curitiba, UFPR, 1978. 91p. (Tese - Professor - UFPR).
- 34 INOUE, M.T.; RODERJAN, C.V. & KUNIYOSHI, Y.S. Projeto madeira do Paraná. Curitiba, FUPEF, 1984. 260p.
- 35 INOUE, M.T. & TORRES, D.V. Comportamento do crescimento de mudas de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze em dependência da intensidade luminosa. Floresta, 11(1):7-11, 1980.
- 36 JESUS, R.M. et alii. Efeito do tamanho do recipiente, tipo de substrato e sombreamento na produção de mudas de louro (*Cordia trichotoma* (Vell.)

- Arrab) e gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium* Schott). IPEF, (37): 13-19, 1987.
- 37 JONES, R.H. & McLEOD, K.W. Shade tolerance in seedlings of chinese tallow tree, american sycamore, and cherry bark oak. Bulletin of the Torrey botanical club, 116('4): 371-7, 1989.
 - 38 JONES, R.H.; McLEOD, K.W. Growth and photosynthetic responses to a range of light environments in chinese tallow tree and carolina ash seedlings. Forest Science, 36(4):851:862, 1990.
 - 39 KAGEYAMA, Y.P. & CASTRO, C.F.A. Sucessão secundária, estrutura genética e plantações de espécies arbóreas nativas. IPEF, (41/42):83-93, 1989.
 - 40 KLUTHCOWSKI, J. Leucena: alternativa para a pequena e média agricultura. Brasília, EMBRAPA- DID, 1980. 12p. (EMBRAPA-CNPAP. Circular Técnica,6).
 - 41 KOZLOWSKI, T.T. Growth and development of trees. New York, Academic Press, 1971. 2 v.
 - 42 KOZLOWSKI, T.T. Light and water in relation to growth and competition of Piedmont forest tree species. Ecol. Monogr., 19: 207-31, 1949. --
 - 43 KOZINA, L.V. Outflow and storage of assimilates in plants of *Picea jezoensis* and *Pinus koraiensis*. Soviet Plant Physiology, 33(1):42-9, 1986.
 - 44 KRAMER, T. & KOZLOWSKI, T. Physiology of woody plants. New York, Academic Press, 1979. 811p.
 - 45 LEDIG, T.F. A growth model for tree seedlings based on the rate of photosynthesis and the distribution of photosynthate. Photosynthetica, 3(3): 263-75, 1969.
 - 46 LIMA, P.C.F. Comportamento de Leucaena leucocephala (Lam) de Wit comparado com Prosopis juliflora (SW) DL e Eucalyptus alba Reinw ex Blume em Petrolina (PE), região semi-árida do Brasil. Curitiba, 1982. 96p. (Dissertação-Mestrado-UFPR).
 - 47 _____. Usos múltiplos da Leucena: Produtividade no semi-árido brasileiro. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 5, Olinda, 1986, p.55-7.
 - 48 LOGAN, K.T. Growth of tree seedlings as affected by light intensity. I. White birch, yellow birch, sugar maple, and silver maple. Ottawa, Dept. of the Environment Canadian For. Serv. Publ. , 1965. 16p. (Publ. 1121).

- 49 LOGAN, K.T. Growth of tree seedlings as affected by light intensity. II. Red pine, white pine, jack pine, and eastern larch. Ottawa, Dept. of the Environment Canadian For. Serv. Publ. , 1966a. 19p. (Publ. 1160.)
- 50 LOGAN, K.T. Growth of tree seedlings as affected by light intensity. III. Basswood and white elm. Ottawa, Dept. of the Environment Canadian For. Serv. Publ. , 1966b. 15p. (Publ. 1176)
- 51 LOGAN, K.T. Growth of tree seedlings as affected by light intensity V. White ash, beech, eastern hemlock, and general conclusions. Ottawa, Dept. of the Environment Canadian For. Serv. Publ. , 1973. 12p. (Publ. 1323)
- 52 LUGO, A. Photosynthetic studies on four species of rain forest seedlings. In: ODUM, H.T. & PIGEON, R.F. A tropical rain forest: a study of irradiation and ecology at El Verde. Puerto Rico, Oak Ridge, 1970. p. 81 - 101.
- 53 MACHADO, R. et alii. *Leucaena* (*Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit). _ Pastos y Forrajes, 1(3): 321-47, 1978.
- 54 MAIXNER, A.E. & FERREIRA, L.A.B. Contribuição ao estudo das essências florestais e frutíferas nativas do Estado do Rio Grande do Sul - 1. Trigo e Soja, 18:2-27, 1976.
- 55 MALINOVSKI, J.R. Métodos de poda radicular em *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. e seus efeitos sobre a qualidade de mudas em raiz nua. Curitiba, 1977. 113p. (Dissertação- mestrado-UFPR).
- 56 MARTINEZ RAMOS, M. Claros, ciclos vitales de los arboles tropicales y regeneración natural de las selvas altas perennifolias. In: GOMEZ-POMPA, A. & AMO, S.R. Investigaciones sobre la Regeneración de Selvas Altas en Veracruz, México. México, Editorial Alhambra Mexicana, 1985. v.2. p. 191-239.
- 57 MURRAY, D.B. & NICHOLS, R. Light, shade and growth in some tropical plants. In: Light an ecological factor. New York, Blackwell, 1966. p.249-63.
- 58 NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Leucena: promising forage and tree crop for the tropics. Washington, NAS, 1977. 115p.
- 59 NELSON, C.D. & GORHAM, P.R. Uptake and translocation of C¹⁴labelled sugars applied to the primary leaves of soybean seedlings. Canadian Journal of Botany, 35:339-47, 1958.
- 60 OAKES, A.J. Scarification and germination of seeds of *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit. Tropical Agriculture, 61(2): 125-7.

- 61 PATE, J.S. Root exudation studies on the exchange of C¹⁴ labelled organic substances between the roots and shoots of the nodulated legume. Plant and soil, 17: 333-56, 1962.
- 62 PHARES, R.E. Growth of red oak (*Quercus rubra* L.) seedlings in relation to light and nutrients. Ecology, 52:669-72, 1971.
- 63 POPP, H.W. Effect of light intensity on growth of soybeans and its relation to the auto-catalyst theory of growth. Bot. Gaz., 82: 306-19, 1926.
- 64 RAMANUJAM, T. & JOS, J.S. Influence of light intensity on chlorophyll distribution and anatomical characteres of cassava leaves. Turrialba, 34(4): 467-472, 1984.
- 65 REIS, G.G. & MULLER, M.W. Análise do crescimento de plantas: mensuração do crescimento. Belém, FCAP- Serviço de Documentação e informação, 1979. 39p. (Informe didático, 1).
- 66 REIS, M.G.F. et alii. Crescimento e forma do fuste de mudas de jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* Fr. Allem.), sob diferentes níveis de sombreamento e tempo de cobertura. Revista árvore, 15(1):23-34, 1991.
- 67 REITZ, R.; KLEIN, R.M & REIS, A. Projeto madeira de Santa Catarina. Florianópolis, Ed. Lunardelli, 1978. 320p.
- 68 REITZ, R.; KLEIN, R.M. & REIS, A. .Projeto Madeira do Rio Grande do Sul. Itajaí, Sellowia, (34/35): 1-525, 1983.
- 69 RICHTER, H.G.; TOMASELLI, I. & MORESCHI, J.C. Estudo tecnológico do guapuruvu (*Schizolobium parahyba*):1-Informe geral sobre características importantes da espécie. Floresta, 5(1): 26-30, 1974.
- 70 RIZZINI, C.T. Árvores e madeiras úteis do Brasil. Manual de Dendrologia Brasileira. 2 ed. São Paulo, Edgard Blucher Ltda, 1981. 296p.
- 71 SEITZ, R.A. Algumas características ecológicas e silviculturais do vassourão-branco (*Piptocarpha angustifolia* Dusén). Curitiba, 1976. 114p. (Diss. Mestrado-UFPR).
- 72 SHAFIQ, Y.; DAHAB, H.A.; ORMAN, F. Effects of light intensity on the growth of seedlings of *Pinus brutia*, *Cupressus sempervirens* and *Casuarina equisetifolia*. Mesopotamia Journal of Agriculture, 9(1/2): 73-85, 1974.
- 73 SHIROYA, H.T. et alii. Translocation of the products of photosynthesis to roots of pine seedlings. Canadian Journal of Botany, 40(8):1125-35, 1962.
- 74 SMITH, H. Light quality, photoreception and plant strategy. Ann. Rev. Pl. Physiol., 33:481-518, 1982.

- 75 SOUZA, L.J.B. Fotomorfose e crescimento de *Cedrela fissilis* Vell. no viveiro e no plantio de enriquecimento em linhas. Curitiba, 1981. 117p. (Diss. Mestrado-UFPR).
- 76 SPURR, S.H. & BARNES, B.V. Forest ecology. New York, Academic Press, 1973. 571p..
- 77 STEEL, R.D.; TORRIE, J.H. Principles and procedures of statistics: a biometrical approach. 2 ed. New York, McGraw Hill, 1980. 633p.
- 78 STEPHENS, G.R. & WAGGONER, P.E. Carbon dioxide exchange of a tropical rainforest, Part I. Bioscience, 20: 1050-3, 1970.
- 79 STOECKELLER, J.H. & SLABAUGH, P.E. Conifer nursery practice in the prairie-plains. Washington, U.S.D.A./ Forest Service, 1965. 93p.
- 80 STROTHMAN, R.O. The influence of light and moisture on the growth of Red Pine Seedlings in Minnesota encountered. Forest Science, 13(2): 182-191, 1967.
- 81 STURION, J.A. Influência da profundidade de semeadura, cobertura do canteiro e sombreamento, na formação de mudas de *Prunus brasiliensis* Schott ex Spreng. Boletim de Pesquisa Florestal, (1): 50-75, 1980.
- 82 TAN, C. et alii. Movement of products of photosynthesis and nutrient absorption: 1-Influence of light and dark treatment on the distribution and transfer of C¹⁴ in plants. Jour. Sci. Soil & Manure, 29: 327-333, 1966.
- 83 TOLLEY, L.C. & STRAIN, B.R. Effects of CO₂ enrichment on growth of Liquidambar styraciflua and Pinus taeda seedlings under different irradiance levels. Canadian Journal of Forest Research, 14(3): 343-50, 1984.
- 84 WALTERS, J. & KOZAK, A. Effects of seedling size on survival and growth of plantations with particular reference to douglas fir. Vancouver, University of British Columbia, 1965. 26p. (Research Papers, 72).
- 85 WARDLAW, I.F. The control and pattern of movements of carbohydrates in plants. Botanical Review, 34(1): 79-105, 1968.
- 86 WEAVER, J.E. & CLEMENTS, F.E. Plant ecology. New York, McGraw & Hill, 1929. 520 p.
- 87 WHATLEY, J.M. & WHATLEY, F.R. A luz e a vida das plantas. São Paulo, EPU/EDUSP, 1982. 101p. (Temas de Biologia, 30).
- 88 WHITMORE, T.C. Tropical rain forests of the far east. Oxford, Claredon Press, 1975. 278p.

- 89 WHITMORE, T.C. On pattern and process in forests. In: NEWMAN, E.I. The plant community as a working mechanism. Oxford, Blackwell, 1982. p. 45-59.
- 90 WHITMORE, T.C. Secondary succession from seed in tropical rain forests. Forestry abstracts, 44(12): 767-79, 1983.